

504.6
ค. 251.6
3.6

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบ
การสอนกับการสอนตามคู่มือครู

ปริญญานิพนธ์
ของ
ลัภษณา ศรีแพง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ธันวาคม 2531
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178151

- 4 W.A. 2535

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบโต้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธาน

(ผศ. สมจิต สวอนไพบูลย์)

.....กรรมการ

(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(ผศ. สมจิต สวอนไพบูลย์)

.....กรรมการ

(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อจ.ดร.ชุตินา วัฒนศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่..... 25..... เดือน..... ธันวาคม..... พ.ศ. 2531.....

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต
สวนไพบูลย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประวาลพฤษ์ อาจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ
และอาจารย์ ดร.ภาณุณา ชุติวงศ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือตลอดจนช่วยตรวจ
สอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ชงศ บุนยรัตนสุนทร อาจารย์ใหญ่โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม
รวมทั้งครูอาจารย์ทุกท่านนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวกในการทดลองและ
เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์กนิยรัตน์ ฤทธิบำรุง อาจารย์อรัญ โสภา อาจารย์ณนุช
มาบุตร อาจารย์สมศรี เพชรขจร อาจารย์พรทิพ หงษ์จิประสงค์ อาจารย์จิรสุภา จันทนอก
อาจารย์ไธสาร เกษมราษฎร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สำโรช ไพบูลย์วิเศษ ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกาย
กำลังใจและกำลังสติปัญญา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณแก่บิดา มารดา
ครู-อาจารย์ ที่ช่วยอบรมสั่งสอนและชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ลัคนา ศรีแพง

ธันวาคม 2531

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	6
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	7
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	13
เอกสารเกี่ยวกับชุดส์โลก.....	20
เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	30
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	39
เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	43
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดส์โลก.....	56
งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์.....	61
งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์....	64
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	68
ประชากร.....	68
กลุ่มตัวอย่าง.....	68
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	68

บทที่	หน้า
เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	69
แบบแผนการทดลอง.....	69
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	70
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	76
สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ.....	77
สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน.....	79
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	89
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	89
สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	89
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	90
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	92
การอภิปรายผลของการศึกษาค้นคว้า.....	93
ข้อเสนอแนะ.....	98
บรรณานุกรม.....	100
ภาคผนวก.....	112

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนแผนการทดลอง.....	69
2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	82
3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	83
4 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับ การสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน.....	84
5 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับ การสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู.....	85
6 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	86
7 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่อง ในการคิดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	87
8 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	88

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	17
2 แสดงขั้นตอนของชุดสไลด์.....	30
3 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	39

บทนำ

การศึกษาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างยิ่ง มนุษย์ได้ใช้ความรู้และความสามารถอันเกิดจากการที่ได้รับการศึกษาสำหรับการพัฒนาตนเองและสังคม โดยเฉพาะการศึกษาทางค่านวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญมาก เนื่องจากปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางค่านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และได้เข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงความคิด วิถีชีวิต การทำงาน ตลอดจนความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างกว้างขวาง (สวัณท์ นิยมคำ. 2517 : คำนำ) ทั้งนี้ นักการศึกษาทางตะวันตกและเห็นสมควรว่าเยาวชนของชาติควรได้รับการศึกษาทางค่านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีที่ถูกต้องเพื่อที่จะดำรงชีวิตได้อย่างเหมาะสมและเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ จึงพยายามปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีความสูงขึ้น เหมาะกับสภาพของสังคมที่เปลี่ยนไป (พรหม ภาณุทานนท์. 2528 : 1)

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นค่านการพัฒนาตัวผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียน ดังที่ ปรีชา วงศ์ศิริ (2526 : 2) กล่าวว่านอกจากต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นความรู้ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ กฎ หลักการ ทฤษฎี และสมมุติฐาน แล้วยังจำเป็นต้องให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้เหล่านั้นด้วยตนเองควบคู่ไปด้วยกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น 2521 ที่ว่าให้ผู้เรียนมีนิสัยใฝ่หาความรู้ ทักษะ รู้จักคิด วิเคราะห์อย่างมีระเบียบวิธีการ และมีความคิดสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2521 : 2)

สำหรับหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้วางจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ต้องการให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ ความเข้าใจในข้อความจริง เรื่องราว หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีทักษะ ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีส่วนสำคัญที่จะช่วยในการปรับตัวของผู้เรียน เพราะว่าประสบการณ์ ประจำวันของผู้เรียนนั้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความรู้อย่างมาก เมื่อ เกิดปัญหาแก่ผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้ และหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วยในการ แก้ปัญหานั้น ๆ (พิทักษ์ รักพลเดช. 2520 : 26) ยังมีส่วนช่วยในการค้นคว้าความรู้ ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมอยู่เสมอ ช่วยพัฒนาความคิดอันจะก่อให้เกิดความเจริญงอกงามทาง สติปัญญา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อตนเองหรือต่อสังคมที่ตนเองอยู่ได้ (มังกร ทองสุกดี. 2523 : 30) แต่จากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย 17.96 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน (กรมสามัญศึกษา. 2525 : 21 - 27) และจากการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าครึ่งของ คะแนนรวม (กิ่งฟ้า สันธวงษ์. 2525 : 113) แสดงว่านักเรียนยังไม่ได้รับความรู้ทางด้าน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร เหตุผลอีกประการหนึ่งก็คือครูผู้สอนยังใช้วิธี การสอนแบบยัดเยียดเป็นจุดศูนย์กลาง โดยใช้วิธีบรรยายหรืออธิบายเป็นส่วนใหญ่ (กรมวิชาการ. 2523 : 21) ทำให้ผู้เรียนเรียนโดยการท่องจำเนื้อหาโดยไม่เข้าใจเนื้อหาอย่างแท้จริงและ ไม่ได้ฝึกคิดปฏิบัติกิจกรรม ไม่ได้นำความรู้ที่เรียนไปใช้จริง

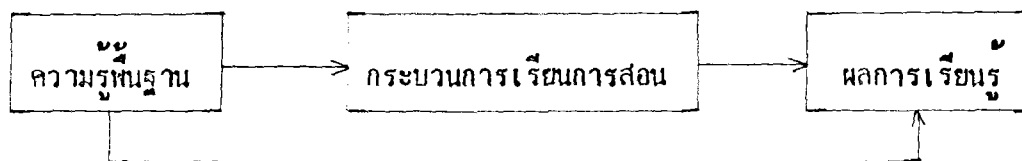
จากความมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์นั้น มิได้มุ่งที่จะให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ได้วางจุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งที่ต้อง ดำเนินการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนคือมุ่งให้ผู้เรียนเป็นคนช่างคิดหาเหตุผล มีทักษะในการคิดค้นคว้า หาคำตอบ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสามารถฝึกฝนให้นักเรียนใช้วิธีการ ทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ได้เป็นที่ยอมรับของนักการศึกษาทั่ว ๆ ไป ทอแรนซ์ (Torrance. 1963 : 47)

กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือไปจากความคิดอย่างปกติ เป็นลักษณะภายในของบุคคลที่จะคิดได้หลายแง่หลายมุม ประสมประสานกันจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์ ท่านองเดียวกับ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2527 : 11) ได้เน้นถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการคิดและการกระทำในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์อื่นจะก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นนามธรรมหรือรูปธรรมโดยเน้นถึงประโยชน์และคุณค่าต่อสังคมและส่งผลผลักดันให้เจริญไปข้างหน้า

ความคิดสร้างสรรค์นับเป็นความสามารถที่สำคัญของบุคคลซึ่งมีคุณภาพมากและเป็นปัจจัยที่จำเป็นยิ่งในการส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าของสังคมและประเทศชาติ ดังนั้นผู้เรียนควรได้รับการฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เพียเจต (Ellis, 1978 : 301 citing Paiget, 1952) ที่ว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นเป้าหมายประการแรกของการศึกษา สมควรที่จะได้รับการกระตุ้นและสนับสนุนให้เกิดขึ้นในโรงเรียน แต่จากการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นที่มุ่งให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ (มัทธนา จงสุขสันติกุล, 2524 : 42) และจากการศึกษาความสามารถในการสร้างคำถามของนักเรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการตั้งคำถามประเภทการตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง และการควบคุมตัวแปรอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (วิไลภา รุจิระวงศ์, 2528 : 45) เมื่อเป็นเช่นนี้ก็อาจจะส่งผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วย (ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ, 2527 : 66) จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วจะพบว่านักเรียนยังไม่ได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร เนื่องมาจากการสอนที่ขาดการเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การใช้สถานการณ์เร้าให้เกิดปัญหา การจัดกิจกรรมระดมพลังสมอง และการสอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามไม่มีวิธีสอนใดที่ดีที่สุดและวิธีมีส่วนดีส่วนเสียด้วยกันทั้งนั้น สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูของ สสวท. ได้ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนก่อนการทดลอง ขั้นตอนทดลองและขั้นตอนอภิปรายหลังการทดลอง แต่จากการสังเกตการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และศึกษาจากหนังสือแบบเรียน และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าในขั้นตอนอภิปรายก่อนการทดลอง ครูไม่ได้ฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลอง และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุเทพ อู่สำหะ (Usaha, 1983 : 2305 - A) ได้วิเคราะห์ระดับของความรู้จากคำถามที่อยู่ข้างท้ายของ แต่ละบทเรียนในหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่า มีคำถาม 55 เป็นคำถามระดับสูงที่เน้นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการ แต่พบในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 น้อยที่สุด และข้อเสนอแนะว่าควรจะมีเพิ่มจำนวนคำถามระดับสูงให้มากขึ้นกว่าเดิม ในหนังสือแบบเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเฉพาะคำถามระดับสูงเพื่อพัฒนาเกี่ยวกับการคิด และจากงานวิจัยของ ประทีป สันต์เอื้อ (2527 : 66) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นที่ยืนยันได้ว่าการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งคือ ความรู้พื้นฐาน เนื่องจากความรู้พื้นฐานมีผลต่อกระบวนการเรียนการสอน ได้แก่ การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจะส่งผลต่อการเรียนรู้ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังแผนภาพ



จากงานวิจัยของ แสงศิริ สิริมงคล (2529 : 83) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานควบคู่กับเรียนบทใหม่ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานควบคู่กับเรียนบทใหม่ นอกจากนี้ เกรลัค และอีลาย (Gerlach and Ely, 1973 : 13) ได้เน้นว่าความรู้พื้นฐานในการรับความรู้ใหม่ของผู้เรียนมีความสำคัญต่อการเรียนเนื้อหาใหม่ และ บลูม (Bloom, 1967 : 167) ได้สรุปงานวิจัยของนักการศึกษาหลายคนไว้ว่า ความรู้พื้นฐานเดิมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาดังกล่าวและสังเกตการสอนทั่ว ๆ ไป พบว่าครูวิทยาศาสตร์ส่วนมากไม่สามารถสอนบททบทวนความรู้พื้นฐานให้กับนักเรียนได้อย่างเพียงพอที่จะเป็นพื้นฐานในการศึกษาเนื้อหาใหม่ เพราะครูสอนมุ่งเน้นเนื้อหาใหม่ มักถือเอาว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมในการเรียนเนื้อหาใหม่แล้ว หรือบางกรณีผู้สอนไม่ทราบว่าเป็นเนื้อหาสาระใดที่เป็นความรู้พื้นฐานแก่เนื้อหาใหม่จึงละเลยต่อการสอนบททบทวน ดังนั้นการจัดการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะบรรลุจุดประสงค์ใดสิ่งที่จะต้องพิจารณา คือ การทบทวนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีส่วที่เป็นตัวความรู้ (A body of Knowledge) และส่วนที่เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ให้กับนักเรียน

จากปัญหาและข้อค้นพบดังกล่าวจึงเป็นหน้าที่ของครูสอนวิทยาศาสตร์ที่จะแสวงหากระบวนการจัดระบบการเรียนการสอนโดยนำสื่อกิจกรรมและสื่อต่าง ๆ มาช่วยเสริมหรือประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีอยู่เดิมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการเรียนได้อย่างสมบูรณ์ ปัจจุบันนี้สถานการณ์การศึกษาทุกระดับกับเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องอย่างแพร่หลาย และเมื่อเปรียบเทียบกับสื่อกิจกรรมและสื่อต่าง ๆ จะเห็นได้ว่า สื่อกิจกรรมและสื่อที่เหมาะสมหลายประการกล่าวคือใช้กับนักเรียนจำนวนมากในห้องเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่เรียนมากขึ้น ผู้เรียนสามารถรับรู้

ใต้ 2 ทาง คือ การรับรู้ทางตา และทางการฟัง ยังมีคุณสมบัติพิเศษคือการเปลี่ยนภาพเป็นไปในอัตราที่ผู้เรียนต้องการและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม (เปเร็อง กุมุท. 2526 : 63) รวมทั้งการผลการทำสำเนา การใช้ไมยงยากและประหยัดค่าใช้จ่าย จากการสำรวจสภาพโสตทัศนศึกษาของโรงเรียนรัฐบาลส่วนกลาง พบว่าโสตทัศนูปกรณ์ที่โรงเรียนจัดซื้อไว้มากที่สุดได้แก่ เครื่องฉายสไลด์ (วรวิทย์ วสันตราการ. 2510 : 12 - 13) นอกจากนี้ในการจัดทำสไลด์ก็ได้มีการจัดกระบวนการสร้างชุดสไลด์อย่างเป็นระบบเพื่อนำมาประกอบการสอนโดยจัดระบบการทบทวนความรู้พื้นฐานและการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและฝึกปฏิบัติ น่าจะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู เพื่อจะได้ทราบว่าวิธีการใดจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากัน อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านคือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคล่องในการคิด และด้านความคิดยืดหยุ่นระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลการใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นแนวทางแก่ครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ผลการศึกษาค้นคว้า ทำให้ได้ตัวอย่างชุดสไลด์ประกอบการสอน ซึ่งจะเป็นแนวทางแก่ครูในการสร้างและใช้ชุดสไลด์ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2531

จำนวน 126 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม จำนวน 64 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 32 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

3.1.1 การสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน

3.1.2 การสอนตามคู่มือครู

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคล่องในการคิด และด้านความคิดยืดหยุ่น

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาเรื่อง การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้ากระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดสไลด์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย สไลด์เพล และแบบฝึก มีการนำเสนอโดยการจัดระบบที่ครอบคลุมและเรียงลำดับดังนี้

1.1 สไลด์เพล เป็นสไลด์สี่ขนาด $2" \times 2"$ ที่มีภาพและ/หรือข้อความพร้อมเพแบ็กเสียงประกอบ เนื้อหาในสไลด์เพลมีด้วยกัน 2 ส่วน คือ ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1.1.1 ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เป็นตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้วและมีลำดับความต่อเนื่องกับเนื้อหา

ที่ใช้ในการเรียนบทเรียนใหม่ โดยระบุข้อความที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และใช้คำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเพื่อให้นักเรียนคิด

ตัวความรู้ ไคแก์ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการทางวิทยาศาสตร์
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ไคแก์

ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ไคแก์ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ทักษะการจำแนก หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความดี เรียงลำดับ การจัดแยกประเภท และคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

1.1.2 สถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นภาพและ/หรือข้อความที่ระบุปัญหาให้ เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึก

1.2 แบบฝึก เป็นแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ให้นักเรียนได้ฝึกคิด และทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนมีความแจ่มชัดลงชำนาญ มีโครงสร้าง ดังนี้
ชื่อแบบฝึก คำชี้แจง กิจกรรม และข้อมูลย้อนกลับ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการที่ใช้ในแบบฝึก ได้แก่

ทักษะการตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม และการลงความคิดเห็นจากข้อมูลมาเป็นพื้นฐาน สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดล่วงหน้าจะกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

ทักษะการกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น และตัวแปรตาม

ในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ทักษะการออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมุติฐาน โดยคำนึงถึง สมมุติฐาน และการกำหนดตัวแปร

กิจกรรม มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นคิดหาคำตอบ ให้นักเรียนศึกษาและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ในโลกที่พบแล้วเขียนคำตอบหรือเหตุผลที่เป็นไปได้
2. ขั้นตั้งสมมุติฐาน ให้นักเรียนนำคำตอบหรือเหตุผลในข้อ 1 มาเขียนสมมุติฐานในรูปประโยค "ถ้า...แล้ว..."
3. ขั้นกำหนดตัวแปร ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามจากสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น
4. ขั้นตอนออกแบบการทดลอง ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น

ข้อมูลป้อนกลับ หมายถึง การให้แนวทางของคำตอบเพื่อให้นักเรียนได้เปรียบเทียบกับแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสมมุติฐาน การกำหนดตัวแปร การออกแบบการทดลอง พร้อมทั้งเสนอแนะสมมุติฐานและการออกแบบการทดลองเพื่อนำไปตรวจสอบในขั้นทดลอง

2. การสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่สำคัญดังนี้

2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์ไทย

2.2 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์ไทย แล้วปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกที่แจกให้ และร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่การทดลอง

2.3 ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานตามแนวสมมุติฐานและการออกแบบการทดลองที่ให้ได้

2.4 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่นำผลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานสรุปรวมเป็นความรู้ใหม่และนำความรู้ใหม่ไปใช้

3. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่สำคัญดังนี้

3.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ครูกำเินการอธิบายเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐาน

3.2 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและตั้งสมมุติฐาน อภิปรายถึงจุดประสงค์ของการทดลองและวิธีทดลอง

3.3 ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน

3.4 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่นำผลจากการทดลองมาอภิปรายเพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน สรุปรวมเป็นความรู้ใหม่และนำความรู้ใหม่ไปใช้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในเนื้อหาเรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

4.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้อยู่มาแล้วในวิชาวิทยาศาสตร์

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ที่ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

4.3 **ก้านการนำไปใช้** หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ทดลองนวัตกรรมการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4 **ก้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในก้านทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมุติฐาน ทักษะนิยมเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5. **ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ชาคิชัย วิโรจนะ ความสามารถนี้ประกอบด้วย

5.1 **ก้านความคิดริเริ่ม** หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาที่แปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์หรือมีคุณค่าต่อสังคมและเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำกับใครในกลุ่ม

5.2 **ก้านความคล่องในการคิด** หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาได้ปริมาณมากในเวลาจำกัด

5.3 **ก้านความคิดยืดหยุ่น** หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาได้หลายแนวทาง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสารเกี่ยวกับชุดส์โลก ประกอบด้วย
 - 2.1 เอกสารเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานและสโลโก้เทพ
 - 2.2 เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก
3. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดส์โลก
2. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ทุกวิธีต่างก็มุ่งให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method)

เป็นวิธีหนึ่งที่มีผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการสอนแบบนี้ไว้ เช่น

ซันค และโทรบริดจ์ (Sun and Trowbridge, 1974 : 53 - 55) ได้ให้ความหมาย
ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง
(Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด
การอธิบาย การอ้างอิงรวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ กำหนดปัญหา การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และการแสดงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมี
ความคิดแบบวัตถุนิยม (Objective) อยากรู้ อยากเห็น ใจกว้าง

นิกา สะเพียรชัย (2520 : 4) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ไว้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปรัชญา
ทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตั้ง
ทฤษฎีต่าง ๆ

วิรัชธ วิเชียรโชติ (2521 : 36) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบส่วนเป็นการสอนที่มุ่ง
พัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการค้นคว้าด้วยตัวเอง
โดยครูจะใช้คำถามเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา การสอนในลักษณะนี้จะ
ยึดผู้เรียนเป็นจุดศูนย์กลางครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523 : 63) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น
การสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง ครูผู้สอนจะต้องสร้างสถานการณ์
ช่วยเพื่อให้ผู้เรียนได้กำหนดวิธีการค้นหาความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ไซศรี อภรรรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) ได้กล่าวว่า การสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการสอนที่มุ่งให้
ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมที่
สำคัญคือ การทดลองและการใช้คำถาม

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการหนึ่งที่มีส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ครุภัณฑ์ที่เพียงจัดสภาพการเรียนการสอนให้เอื้อต่อกระบวนการที่จะคิดแก้ปัญหาโดยใช้คำถามและการทดลองเป็นสื่อ การสอนในลักษณะนี้ครูจะต้องสร้างแรงจูงใจ และทำให้องเรียนมีบรรยากาศอิสระเพื่อการซักถามและการอภิปราย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้

หลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาของ เพียเจต์ (เฮอร์มีร์ เสวตามร และสาลี งามศิริ. 2521 : 69 อ้างอิงมาจาก Piaget. n.d.) เรื่องการพัฒนาความคิดของคน มี 2 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) ได้แก่ การเร้าให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้ในการเรียน เด็กจะเรียนรู้โดยการใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิด

ขั้นที่ 2 การปรับปรุง (Accommodation) หมายถึง การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขยายโครงสร้างเดิมเพื่อที่จะรับความรู้ใหม่ ๆ และนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างเดิม เมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายความรู้ใหม่ได้ ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงโครงสร้างเดิมก็ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ได้

และมีหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานอยู่ 3 ข้อ ที่สนับสนุนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้ (สุวัฒน์ นิยมดา. 2517 : 125 - 126)

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับกระบวนการค้นหาคำตอบนั้น ๆ มากกว่าบอกให้
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนนั้นช่วยให้เด็กเรียนอย่างเรียน ไม่ใช่บังคับและครูสอนจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ในโอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

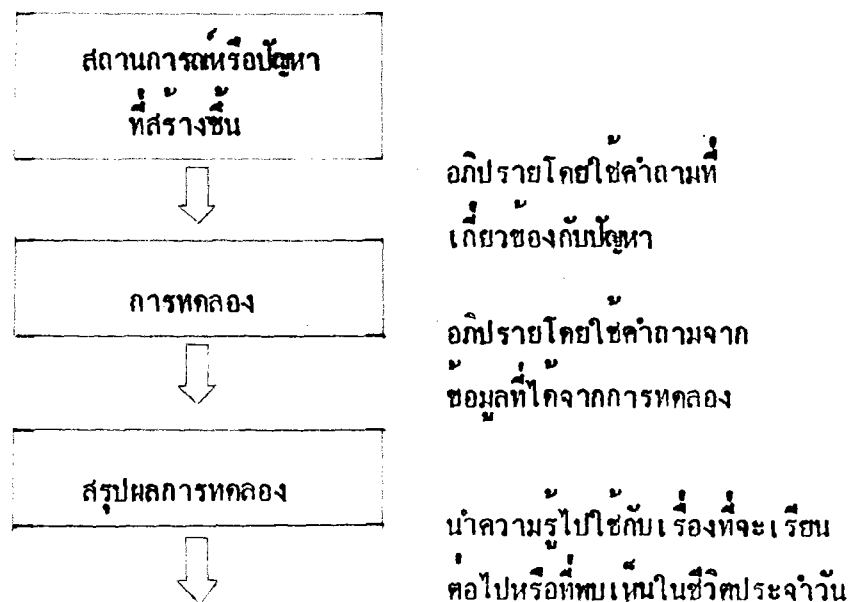
จากหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ดังกล่าว สรุปได้ว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อได้เข้ามามีส่วนร่วมตลอดเวลา เช่น ทำการทดลอง อภิปรายเกี่ยวกับการทดลอง และเชื่อมโยงความคิดหลักการและตอบคำถามรวมทั้งฝึกแก้ปัญหาค้นคว้าหาความรู้ให้เขาทำงานเองให้มากที่สุด

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 115 - 118) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ การอภิปราย และการทดลอง และอาจแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การสอนที่ดีจะต้องมีการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความพร้อมที่จะเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เกิดความสนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียน การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีที่มุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยการอภิปรายและการทดลอง ก็ควรจะสอดแทรกการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยทุกครั้งของการสอน การอภิปรายถือว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการศึกษา ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสมแล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อความเข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนแผนภูมิแสดงได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในแผนภูมิ สามารถที่จะแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะสอนเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นผู้เรียนคิดแก้ปัญหา สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรอยู่ใกล้ตัวดึงดูดความสนใจของผู้เรียนเป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้
2. ใช้คำถามอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาข้างต้น การใช้คำถามในตอนนี้อาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นหลัก ชุดของคำถามต้องสามารถนำนักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ คำตอบที่เป็นไปได้ควรเป็นแนวทางของการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน
3. ใช้คำถามนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ คำถามในช่วงนี้จะออกมาในรูปของการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่นักเรียนตั้งไว้

4. ทำเนิการทดลองและบันทึกผล ในชั้นนี้นักเรียนจะต้องทำเนิการทดลองและบันทึกผลโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม ครูมีบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามในตอนนี้จะต้องอาศัยข้อมูลจากการทดลองเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการเกิดสถานการณ์หรือปัญหา ข้างบน และควรมีคำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือเรื่องที่จะเรียนต่อไป

สมจิต สวณโฑบลย์ (2526 : 105 - 110) กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นขั้นตอนการหาข้อมูลที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาเพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจมาจาก 3 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการทดลองและแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่น จากเอกสารหรือจากบุคคล ในการจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูล อาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้าและให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ครูกำหนด

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 วิธีได้ข้อมูลจากแหล่งอื่น

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้อะไรเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจยังไม่มีคามหมายอะไรมากนักจะต้องมีการนำไปคำนวณและ/หรือจัดกระทำใหม่เสียก่อนจึงจะมีความหมายพอที่จะตีความและลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของมโนคติหรือหลักการ

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ได้นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งไม่เหมือนที่เคยพบมาแล้วหรือนำความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ต่อไปหาพยากรณ์ได้ เป็นการทดสอบความถูกต้องของความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้ (พรรณี ภาณุทานนท์, 2528 : 33 - 34)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นที่จะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนะแนวทางให้นักเรียนคิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมุติฐานและหาวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐาน ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้เป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กลายแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น ในบางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยไม่มีการทดลองก็ได้ กิจกรรมที่นำมาใส่แทนในส่วนนี้ ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มีอยู่ก่อนมาอภิปรายสรุปหรือการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอภิปรายสรุปผล ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อาจเกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองเลยก็ได้

3. การอภิปรายหลังการทดลอง ครูต้องพยายามตั้งคำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปหรือแนวคิดหรือหลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น ๆ

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักคิดหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ กิจกรรมที่สำคัญที่เสนอแนะไว้ในการเรียนการสอนแบบนี้คือ การทดลอง และการอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน กิจกรรมทั้งสองลักษณะนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทดลอง และ

ข้ออภิปรายหลังการทดลอง โดยเฉพาะขั้นนำเข้าสู่การเรียนรู้โดยการทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์เพป และข้ออภิปรายก่อนการทดลอง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสไลด์เพป แล้วปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึก เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

เอกสารเกี่ยวกับชุดสไลด์

1. เอกสารเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานและสไลด์เพป

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ความรู้พื้นฐานนับว่าเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปรและการออกแบบการทดลอง ได้มีผู้ให้ความหมายของความรู้พื้นฐานไว้ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2525 : 1) กล่าวว่าความรู้พื้นฐาน หมายถึง ทักษะ ความรู้ และความสามารถในเรื่องตน ๆ ที่เป็ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนเรื่องต่อไป

ยงยุทธ บรรจงเมธ (2526 : 6) ได้เน้นว่าความรู้พื้นฐาน คือ ความรู้ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนเรื่องใหม่

แสงศิริ ศิริมงคล (2529 : 7) กล่าวว่าความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว และมีความต่อเนื่องสำหรับการเรียนบทเรียนใหม่

ความรู้พื้นฐานเดิม หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถที่จำเป็นต่อผู้เรียนเพื่อนำไปใช้สำหรับบทเรียนใหม่ ความรู้พื้นฐานเดิมเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู่มากที่สุดตัวหนึ่ง โดยมีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลการเรียนรู้ ความรู้พื้นฐานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (ยุพิน พิพิธกุล. 2525 : 1)

1. ความสามารถทั่วไปที่จำเป็นในการเริ่มต้นหน่วยการเรียนการสอน

2. ความรู้เฉพาะที่ได้เรียนมาแล้วในหน่วยการเรียนรู้การสอนก่อน ๆ
การมีความรู้พื้นฐานอยู่มากจะเป็นรากฐานที่สำคัญเพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

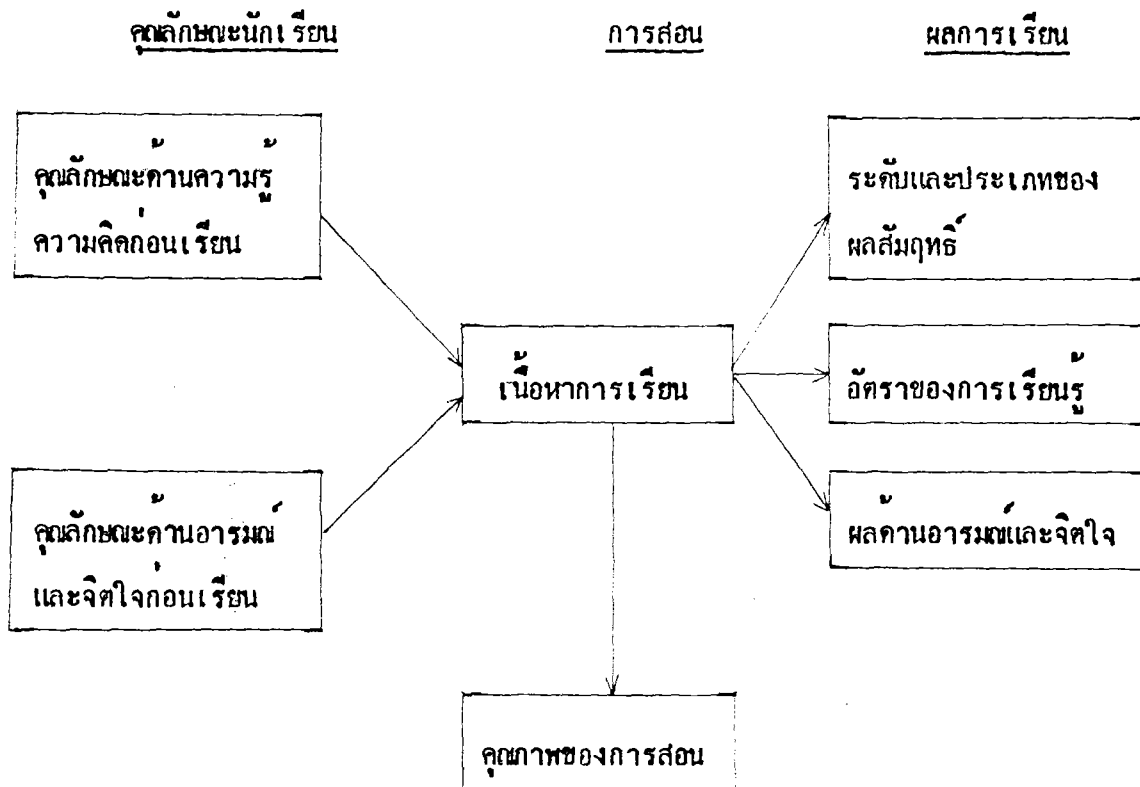
เร็วขึ้น

บลูม (Bloom. 1976 : 13 - 15) ได้เน้นถึงความสำคัญของความรู้พื้นฐาน
เดิมมาก จึงได้จัดไว้เป็นองค์ประกอบสำคัญในทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนโดยได้เสนอรูปแบบ
ของทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียน ซึ่งได้รับแนวคิดมาจากรูปแบบของ แดโรล รูปแบบของ
บลูม มีข้อตกลงเบื้องต้น 2 ประการ

ประการแรก พื้นเพของผู้เรียนเป็นสิ่งที่สำคัญของการเรียนในโรงเรียน ผู้เรียน
แต่ละคนจะเข้ามาเรียนวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนด้วยพื้นฐานที่ต่างกัน ถ้าแต่ละคนได้เข้ามาเรียน
ด้วยพื้นเพที่คล้ายกันมากแล้ว ก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันมาก

ประการที่สอง คุณลักษณะของแต่ละคน (ความรู้ที่จำเริญต่อการเรียน แรงจูงใจ
ในการเรียน) และคุณภาพของการสอน เป็นสิ่งที่ปรับปรุงได้เพื่อให้แต่ละคนและทั้งกลุ่มมีระดับ
การเรียนรู้ที่สูงขึ้น

รูปทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของ บลูม มีดังนี้ (แสงศิริ สิริมงคล. 2529 :
12 อ้างอิงมาจาก Bloom. 1976)



ในรูปแบบทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของ บลูม ความสามารถหรือคุณลักษณะด้านความรู้ความคิด (Cognitive) คุณลักษณะด้านอารมณ์และจิตใจ (Affective) ก่อนเรียนและคุณภาพการสอนจะเป็นตัวกำหนดผลการเรียน ได้แก่ ระดับและประเภทของผลสัมฤทธิ์ อัตราการเรียนรู้และคุณลักษณะด้านอารมณ์-จิตใจ

คุณลักษณะด้านความรู้-ความคิด (Cognitive) หมายถึง การเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียน เรื่องนั้นและมีมาก่อนการเรียน เรื่องนั้น ในการเรียน เรื่องใด ๆ ถ้ามีการเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียน เรื่องนั้นแตกต่างกันก็จะมีส่วนทำให้เกิดความแตกต่างในผลการเรียน เรื่องนั้น แต่ถ้าทุกคนมีความรู้ที่จำเป็นต่อการเรียน เรื่องนั้นอย่างเพียงพอมาก่อนก็จะช่วยให้ทุกคนสามารถเรียนรู้ เรื่องนั้นได้ในระดับสูง ถ้าได้รับการสนใจและเรียนในสภาพที่มีคุณภาพของการสอนสูง

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่าความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว และมีความต่อเนื่อง

สำหรับการเรียนบทเรียนใหม่ ซึ่งมีความสำคัญสำหรับเป็นความรู้พื้นฐานที่จะฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐาน การกำหนดตัวแปร การออกแบบการทดลองเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สไลด์เทป

สไลด์เทปเป็นสื่อการสอนที่มีคุณค่าและมีความเหมาะสมหลายประการที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จากเอกสารที่ชี้ให้เห็นถึงคุณค่าและความเหมาะสมดังต่อไปนี้

ความหมายของสไลด์เทป

สไลด์ (Slide) ตามพจนานุกรม (Dictionary of Education) ให้ความหมายไว้ว่า สไลด์เป็นวัตถุโปร่งแสงที่มีภาพเหมือนจริงพนักอยู่ระหว่างชั้นของกรอบภาพ ใช้สำหรับฉายในเครื่องฉายหรือดูจากแสงที่ส่องผ่านซึ่งตามความหมายนี้จะรวมถึงฟิล์มถ่ายภาพจริงที่พนักอยู่ระหว่างกระจก และสไลด์เทป หมายถึง สไลด์ที่เป็นภาพและ/หรือข้อความประกอบด้วยเสียงที่บันทึกอยู่ในเทปคาสเซ็ท เสียงจะตรงกับภาพแต่ละภาพในสไลด์

หลักการและทฤษฎี (ประหยัค จีระวรพงศ์. 2528 : 149)

1. เป็นสื่อการสอนที่ให้การรับรู้ด้วยภาพเป็นหลักและคำอธิบายเป็นรอง
2. ประสิทธิภาพของการศึกษาโดยใช้สไลด์เทปขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของสื่อ

ส่วนประกอบของคุณลักษณะเฉพาะของสื่อ คือ ภาพ การจัดลำดับเนื้อหา คำบรรยายและกิจกรรมเสริมที่เพิ่มความถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้องกับบทเรียน

3. จิตวิทยาเกี่ยวกับการใช้ภาพประกอบการเรียนการสอน

3.1 รูปภาพสามารถสื่อความหมายได้ดีกว่าคำอธิบายหลายเท่า

3.2 ภาพสี่ ภาพขนาดใหญ่และภาพง่าย ๆ ซึ่งไม่ซับซ้อนที่มีจุดสนใจที่เดียว

จะได้รับความสนใจมากกว่า

3.3 ภาพที่มีเนื้อหาตรงตามข้อเรื่องจะได้รับความสนใจมาก

3.4 คนเราจะจำรายละเอียดของภาพสี่ได้เร็วกว่า มากกว่าภาพขาวดำ

3.5 รูปภาพให้ความคิดรวบยอดได้ดีกว่าคำอธิบายเพียงอย่างเดียว

4. คำอธิบายหรือการบรรยายควรจะเสริมภาพเพื่อขยายความหรือข้อสรุปให้มีความรู้ความเข้าใจที่กว้างขวางยิ่งขึ้น หรือเพื่ออธิบายในกรณีที่ไม่สามารถแสดงภาพให้เข้าใจลักษณะความคิดนั้น ๆ ได้แล้วควรจะเป็นคำที่มีความหมายกว้าง ๆ สั้น ๆ เพื่อสะดวกแก่การตีความหมายและจดจำ

5. อัตราการเสนอสื่อมีผลต่อการเรียนรู้หลายด้าน เพราะสามารถฉายหรือเปลี่ยนภาพได้ตามความเร่งที่ต่องานและสามารถหยุดฉาย ฉายซ้ำ เพื่อทบทวน อภิปราย หรือหาข้อมูลย้อนกลับได้ หรือแม้แต่การฝึกปฏิบัติทักษะบางอย่าง

6. สื่อโสตทัศน์สามารถประกอบการใช้สอนได้ทุกวิชา ทุกระดับ และทุกลักษณะการสอน (เป็นกลุ่ม รายบุคคล หรือด้วยตนเอง)

คุณค่าของสื่อโสตทัศน์

1. ช่วยดึงดูดและเร้าความสนใจของผู้เรียนได้ดี (นิพนธ์ สุขปรัดดี. 2518 : 92)
2. ทบทวนความคิด ความจำได้ง่ายในเวลาสั้น ๆ (ประหยัด จีระราชพงศ์.

2526 : 150)

3. ให้ความกระจ่างแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ผู้สอนกล่าวถึง (ประหยัด จีระราชพงศ์. 2526 : 150)

4. เป็นสื่อที่ฝึกทักษะให้แก่ผู้เรียนได้ดี (จริยา สระคันต์. 2513 : 5 - 6)

5. ช่วยส่งเสริมบทเรียนให้สมบูรณ์ (จริยา สระคันต์. 2513 : 5 - 6)

6. ช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งตามปกติทำได้ยาก (สันติท ภิบาลสุข. 2524 : 127)

7. สามารถใช้สอนได้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มได้ (เกษม บุญส่ง.

2517 : 3)

8. ผลิตเป็นสื่อโสตทัศน์ง่ายใช้ร่วมกับสื่ออื่นได้สะดวก (เกษม บุญส่ง. 2517 : 3)

9. ใช้จ่าย สะดวก และประหยัดการเสนอได้เร็วตามต้องการ ฉายซ้ำได้เมื่อต้องการ (ประหยัศ จีระวรพงศ์. 2526 : 150)
10. สามารถดัดแปลงให้เข้ากับกาลเทศะ อาจเพิ่มเติมหรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับเรื่องราว เหตุการณ์หรือผู้เรียนประเภทต่าง ๆ ได้สะดวก (สันติศ กิจาลสุข. 2524 : 127)
11. ค่าใช้จ่ายต่ำ ใช้สะดวก อบรมรักษาง่าย คงทนไม่เปลืองเนื้อที่ (จริยา สระกันต์. 2513 : 5 - 6)

หลักการและขั้นตอนในการนำสไลด์มาใช้ในการเรียนการสอน

1. ขั้นเลือก (Selection) ก่อนที่จะนำสไลด์มาใช้ควรพิจารณาโดยอาศัยเกณฑ์ต่อไปนี้ (วาสนา ชาวหา. 2522 : 182)
 - 1.1 ครบถ้วนสมบูรณ์ของเรื่องที่จะสอน
 - 1.2 เนื้อเรื่องถูกต้อง
 - 1.3 เนื้อเรื่องเหมาะสมที่จะนำมาทำสไลด์
 - 1.4 เหมาะกับระดับชั้นหรือวัยของผู้เรียน
 - 1.5 การถ่ายทำสไลด์ต้องมีความชัดเจน เน้นจุดสำคัญ เป็นต้น
2. ขั้นฉาย (Preview) ผู้สอนจะต้องฉายสไลด์ก่อนที่จะนำมาฉายในห้องเรียนให้นักเรียนดูเพื่อวางแผนการใช้ให้เหมาะสม รวมถึงการตรวจสอบสภาพเครื่องฉาย และฟิล์มให้เรียบร้อยก่อนจะใช้จริง จักว่าเป็นขั้นเตรียมตัวครูให้พร้อมก่อนฉายจริง
3. ขั้นเตรียมชั้นเรียน (Class preparation) ให้พร้อมก่อนที่จะฉายดังนี้
 - 3.1 จัดห้องฉายให้พร้อมสำหรับฉาย
 - 3.2 เตรียมตัวนักเรียน โดยชี้แจงให้นักเรียนได้ทราบถึงจุดมุ่งหมายในการนำสไลด์ไปใช้ในการเรียนการสอนพร้อมทั้งเล่าเรื่องย่อเพื่อจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจ และควรอธิบายให้เข้าใจถึงคำศัพท์ใหม่ ๆ ในสไลด์
 - 3.3 จัดวางสไลด์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและเรียงตามลำดับพร้อมที่จะฉายได้

4. ชั้นฉาย (Presentation) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนช่วยตนเองและ
ระหว่างการฉายอาจหยุดได้ เมื่อต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม

5. ชั้นกิจกรรมหลังฉาย เพื่อประเมินผลว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่เพียงใด
ตลอดจนการสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้เรียน เช่น การซักถาม ทำแบบฝึกหัด การอภิปรายหรือ
การแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ เป็นต้น

จากเอกสารเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานและสไลด์เทป จะเห็นได้ว่าความรู้พื้นฐานเป็น
ความรู้ที่สำคัญในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสไลด์เทปมีประโยชน์และความ
เหมาะสมหลายประการ สำหรับการศึกษารังนี้ผู้วิจัยเห็นว่าถ้ามีการจัดระบบการเรียนการสอน
เกี่ยวกับการทบทวนความรู้พื้นฐานและการสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยนำสไลด์
เทปมาช่วยน่าจะช่วยให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สร้าง
สไลด์เทปทบทวนความรู้พื้นฐานและสถานการณ์มาใช้ในการศึกษารังนี้

2. เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

หลักการสร้างแบบฝึก

บัทท์ (นิตยา กิจโร. 2529 : 40 อ้างอิงมาจาก Butts. 1974): เสนอ
หลักการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกต้องกำหนดโครงสร้างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึก
เกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร

2. ศึกษางานทางด้านวิทยาศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ โดยจะต้องคำนึงถึง
ความเหมาะสมของผู้ที่จะเรียน

5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม

7. การประเมินผลจะประเมินอย่างไร

ฮาร์เรส (Haress. มปป. : 93 - 94) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแน่ใจในภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียนและควรสร้างโดยหลักจิตวิทยาในการแก้และสนองตอบดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นนั้นต้องให้นักเรียนสามารถพิจารณาได้ว่าต้องการให้ทำอะไร
3. นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด
4. นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งที่เร้าด้วยการแสดงความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึก
5. ให้นักเรียนได้รับการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิด แต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการสอนอย่างไร

คลีธร์ สุทธิเทพย์ (2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่าแบบฝึกที่นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำเป็นแบบฝึกมีลักษณะดังนี้ คือใช้หลักจิตวิทยา ส่วนวนภาษาง่าย ให้ความหมายคิดได้เร็วและสนุก ปลุกความสนใจ เหมาะสมกับวัยและอาจศึกษาค้นคว้าเองเช่นเดียวกับ นิตยาฤทธิ์โยธี (2521 : 1) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับระดับวัยหรือความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงที่เข้าใจง่าย สั้น ๆ
4. ใช้เวลาเหมาะสม ไม่ใช้เวลานานหรือเร็วเกินไป
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

ในการสร้างแบบฝึก นิตยา ปานทิพย์ (2527 : 26 - 27) กล่าวว่าต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguity) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. การฝึกหัด (Practice) คือการให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำงานของตนโดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่าผลการทำงานของตนเป็นอย่างไรแล้วยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียนแบบฝึกจากง่ายไปหายาก และจากแบบฝึกหัดที่สั้นไปสู่แบบฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เพื่อเรื่องที่ว่ามาสร้างแบบฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

จากเอกสารที่เกี่ยวกับแบบฝึกดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดตัวแปร การออกแบบการทดลอง) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดสไลด์ โดยมีโครงสร้างดังนี้

1. ชื่อแบบฝึก
2. คำชี้แจง
3. กิจกรรม มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นคิดหาคำตอบ ให้นักเรียนศึกษาและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ในสไลด์ที่พบแล้วเขียนคำตอบหรือเหตุผลที่เป็นไปได้

3.2 ขั้นตั้งสมมุติฐาน ให้นำคำตอบหรือเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐานในรูปประโยค "ถ้า....แล้ว...."

3.3 ขั้นกำหนดตัวแปร ให้ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามจากสมมุติฐานที่

ตั้งขึ้น

3.4 ขั้นออกแบบการทดลอง ให้ออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน

ที่ตั้งขึ้น

4. ข้อมูลป้อนกลับ เพื่อให้นักเรียนได้เปรียบเทียบกับแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับ
สมมุติฐาน การกำหนดตัวแปร การออกแบบการทดลอง พร้อมทั้งเสนอแนะสมมุติฐาน และการ
ออกแบบการทดลองเพื่อนำไปตรวจสอบในขั้นทดลอง

จากเอกสารเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานสไลด์เทปและแบบฝึกผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดสไลด์
ขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วย

1. สไลด์เทป เพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานและสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์

2. แบบฝึก จัดให้นักเรียนฝึกคิดและทำกิจกรรมด้านทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สำหรับชุดสไลด์ มีการจัดระบบและเรียงลำดับดังนี้

1. สไลด์เทป ประกอบด้วย

1.1 ทบทวนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ดังนี้

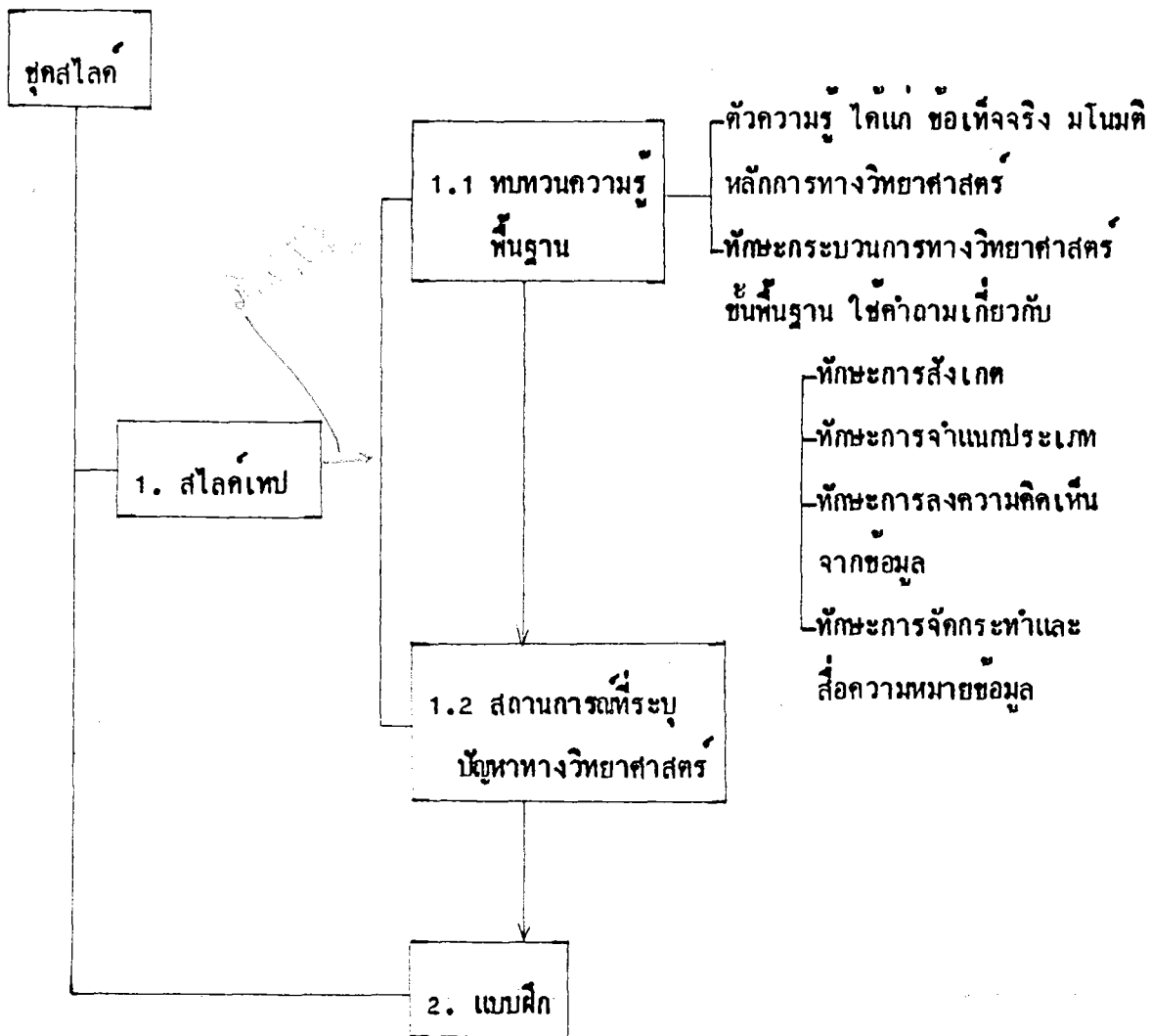
1.1.1 ระบุนิยามที่เป็นตัวความรู้ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ
หลักการทางวิทยาศาสตร์

1.1.2 ใช้คำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเพื่อ
ให้นักเรียนฝึกคิด ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับทักษะ การสังเกต การจำแนกประเภท การลงความคิดเห็น
จากข้อมูล การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

1.2 สถานการณ์ที่ระบุนิยามให้ เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึก

2. แบบฝึก จัดให้นักเรียนฝึกคิดและทำกิจกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น
บูรณาการ

ขั้นตอนของชุดสไลด์สรุปได้ผังภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนของชุดสไลด์

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหา ดังนั้นในการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้นักเรียนได้มี

โอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ สามารถนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในการเรียนและในชีวิตประจำวัน สำหรับความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใ้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้คือ

สมาคมวิทยาศาสตร์ชั้นสูงของสหรัฐอเมริกา หรือ AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33 - 176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็นทักษะเบื้องต้น แบ่งออกเป็น 8 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะหรือรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์อย่างหนึ่งอย่างใด ทั้งนี้เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ
2. การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณที่ควรจะวัดได้
3. การใช้จำนวนเลข (Using number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว และความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน
4. การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กันหรือต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้
5. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูดหรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิดความรู้สึกลักษณะต่าง ๆ ได้ตามต้องการ
6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา (Using Space time relationships) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลาหรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลา มาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งในที่มีมิติ หมายถึง คุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว และความหนา รูปร่าง สมมาตรหรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

7. การสรุปอ้างอิง (Inferring) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้รวมประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต จะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills) แบ่งทักษะออกเป็น 5 ทักษะ ดังนี้

1. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในรูปที่สังเกตหรือนำมาปฏิบัติการได้ และบอกได้ว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีการสังเกตหรือวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulation Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุมและการควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมุติฐาน (Formulation Hypothesis) หมายถึง การคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบาย โดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting) การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปตารางข้อความ ข้อความถึงตารางหรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติเบื้องต้นจากข้อมูล และการตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลมาแล้วหรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมุติฐาน โดยคำนึงถึงนิยามเชิงปฏิบัติการ

ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

พจน์ สะเพียรชัย (2517 : 49 - 51) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านทักษะการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูล และสื่อความหมาย การจัดการกับข้อมูล การสร้างสมมติฐาน การออกแบบและดำเนินการทดลอง การคิดคำนวณ และทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1 - 5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุใดโดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุใดโดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนใดอย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

2.1 เลือกเครื่องมือใดอย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดใด

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดใดอย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่น ๆ ที่ถูกต้อง

2.5 ระบุนวณของตัวแปรที่ได้จากการวัด

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ทั้งกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุเคลื่อนที่ ซึ่งจะมีรูปร่าง ลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือ

4.1 ชี้บงรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปทรง และรูปทรงทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น ระบุนรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงาของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุได้ บอกรูปของรอยตัดที่เกิดจากการตัดวัตถุออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หนากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

5.1 การนับ ใดแทน

- นับจำนวนสิ่งของใดถูกต้อง
- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้
- คิดสิ่งว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน
- คิดสิ่งว่าของในกลุ่มใหม่จำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย

- บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย
- หาค่าเฉลี่ย
- แสดงวิธีหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความดี เรียงลำดับ จัดแยกประเภท และคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลใดเหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลใด

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดกุมสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานการณ์จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปค่าตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยสรุป

การพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลและการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมุติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลอง ว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้แจงและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยการปฏิบัติการ 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

- วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

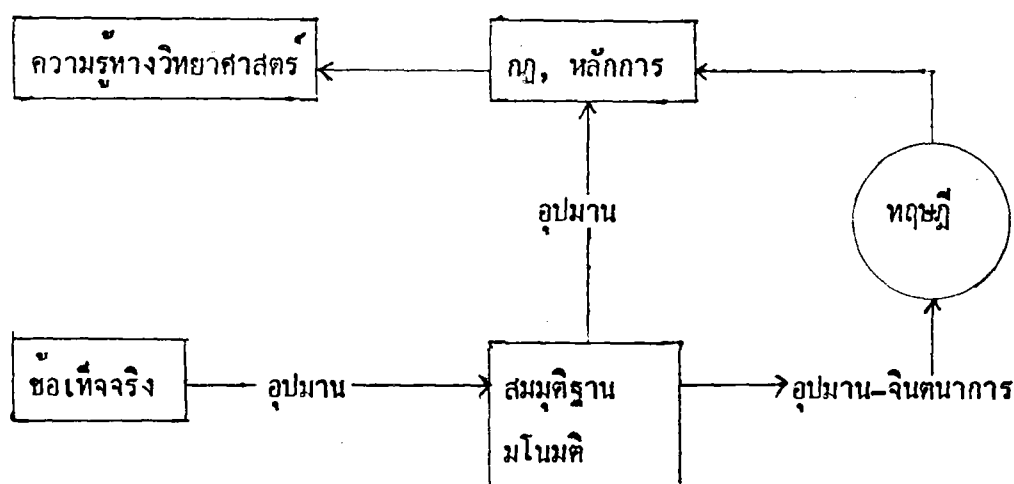
12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้อจากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลการสังเกตการวัดและอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การวัดผลประเมินผลเป็นเรื่องสำคัญเรื่องหนึ่งของการพัฒนาการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ที่ครูสอนวิทยาศาสตร์ต้องการให้บรรลุถึงนั้น ได้แก่ ส่วนที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2526 : 1 – 15) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยสรุปดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ยังได้เน้นถึงความสำคัญของพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ได้แก่ พฤติกรรมประเภทต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ในแง่ของระบบการค้นคว้าหาความรู้ยิ่งกว่าจะหมายถึงการหาความรู้แต่เพียงอย่างเดียว) ได้แก่ ทักษะในการปฏิบัติการ ทักษะของผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ความคุ้นเคยต่อสัมพันธภาพ

ระหว่างวิทยาศาสตร์กับวัฒนธรรมกันอื่น ๆ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
ตัวเราเอง มีรายละเอียดดังนี้(พิศาล สร้อยธูร่า. 2525 : 7 - 26 เผลมาจาก Klopfer)

พฤติกรรมของนักเรียน

1. ความรู้ความเข้าใจ

1.1 ความรู้ความจำ

- 1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์
- 1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับ Concept วิทยาศาสตร์
- 1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงเบื้องต้น
- 1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นและแนวโน้
- 1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำพวก ประเภท และเกณฑ์ต่าง ๆ
- 1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค และกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และหลักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ (Conceptual

scheme)

1.2 ความเข้าใจ

- 1.2.1 การระบุถึงความรู้ที่อยู่ในรูปแบบใหม่
- 1.2.2 การแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่น

2. ขบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 1

- 2.1 การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 2.2 การบรรยายถึงสิ่งที่สังเกตพบโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
- 2.3 การวัดขนาดของวัตถุ และการเปลี่ยนแปลงขนาดต่าง ๆ
- 2.4 การเลือกเครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสม
- 2.5 การประมาณค่าของการวัด และการยอมรับในความคลาดเคลื่อนของการวัด

3. ขบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2

- 3.1 การยอมรับในปัญหา
- 3.2 การตั้งสมมุติฐานที่รัดกุม
- 3.3 การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการทดสอบสมมุติฐาน
- 3.4 การออกแบบปฏิบัติการที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมุติฐาน

4. ขบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3

- 4.1 การจักรกระทำกับข้อมูลที่ไ้จากการทดลอง
- 4.2 การเสนอข้อมูลโดยแสดงถึงความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชัน
- 4.3 การแปลความหมายของการสังเกตและข้อมูลที่ไ้จากการทดลอง
- 4.4 การขยายความและการเพิ่มเติมความ
- 4.5 การตรวจสอบสมมุติฐานด้วยข้อมูลที่ไ้จากการทดลอง
- 4.6 การสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมอย่างเป็นเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

5. ขบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4

- 5.1 การตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องมีแบบจำลองทฤษฎี
- 5.2 การสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับ

ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

- 5.3 การระบุถึงประสบการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบ

จำลองทฤษฎี

- 5.4 การสร้างสมมุติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลองทฤษฎี

- 5.5 การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลองเพื่อตรวจสอบแบบจำลอง

ทฤษฎี

- 5.6 การปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลองทฤษฎี

6. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

- 6.1 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

6.2 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น

6.3 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

7. ทักษะในการใช้เครื่องมือ

7.1 การพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป

7.2 การปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิคในการทดลองทั่ว ๆ ไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและ

ปลูกฝัง

8. หัสนคติและความสนใจ

8.1 การแสดงออกซึ่งทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์

8.2 การยอมรับชมเชยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นวิถีทางของ

ความคึกคึก

8.3 การมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

8.4 ความพอใจในประสบการณ์เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

8.5 การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

8.6 การพัฒนาความสนใจที่จะเลือกอาชีพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

9. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

9.1 การตระหนักถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างของข้อความทางจิตวิทยาที่อยู่ใน

รูปแบบต่าง ๆ

9.2 การยอมรับข้อจำกัดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และอิทธิพลของชมเชยการ

สืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อปรัชญาทั่วไป

9.3 การตระหนักในประวัติกวามเป็นมาของวิทยาศาสตร์

9.4 การตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์

ทางเทคโนโลยีและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

9.5 การยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในแง่ของสังคมและจริยธรรม

ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งจะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมถึงคุณงามความดีของการเรียนรู้ และแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่วัดระดับพฤติกรรมต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งนี้โดยยึดแนวของ ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 21 - 31) โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้ว เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏในรูปแบบและความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ตลอดจนวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในคำทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน นิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) อันจะนำไปสู่การคิดค้นในสิ่งแปลกใหม่ที่ก่อให้เกิดผลผลิตใหม่ ๆ ขึ้น หรือเป็นความคิดที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายไว้หลายลักษณะดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1956 : 128) ได้ศึกษาเรื่องความคิดสร้างสรรค์ซึ่งได้กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความคล่องในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาที่จำกัด
2. ความยืดหยุ่นในการคิด คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง
3. ความคิดริเริ่ม คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดหาสิ่งแปลกใหม่และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น
4. ความคิดละเอียดละออ คือ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิดเพื่อบ่งบอกถึงวิธีการสร้างและการนำไปใช้

หลักความคิดสร้างสรรค์ของ กิลฟอร์ด มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ตามสิ่งเร้ามากกระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากกระตุ้นให้เกิดความคิดมีอยู่ 4 ชนิด คือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา
4. พฤติกรรม

ทอแรนซ์ (Torrance, E.P. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในรูปกระบวนการของความรู้สึ่วอกน้อยใหญ่หรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไปแล้วรวบรวมความคิดซึ่งเป็นสมมุติฐานและวิเคราะห์ข้อมูลสุดท้ายรายงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ทั้งนี้เน้นถึงผลผลิตใหม่หรือความคิดใหม่ว่าเป็นสิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยกระบวนการของการคิดมี 4 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการของความรู้สึ่วอกน้อยใหญ่ มีความยุ่งยากเกิดขึ้น
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับปัญหานี้

3. กระบวนการทดสอบสมมติฐาน

4. กระบวนการที่โคผลัทธออกมา

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 90 - 93) พบว่าการคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางการคิด ซึ่งแตกต่างจากการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical thinking) ตรงที่ว่าการคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับความคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะขัดแย้งกับความคิดก่อน ๆ การคิดสร้างสรรค์เป็นการกระทำของการตั้งประสบการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมด และเป็นการกระทำของการเลือกเพื่อจะสร้างแบบแผนใหม่ ๆ ความคิดใหม่ ๆ หรือผลผลิตใหม่ ๆ ออกมา กล่าวใหม่นี้ดูเป็นเด็กเล็ก ๆ กระทำก็หมายถึงว่าเป็นความคิดใหม่สำหรับตัวเขา แต่สำหรับผู้ใหญ่ก็หมายถึง เป็นความคิดใหม่ ๆ ที่ต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

อาร์ รังสินธ์ (2526 : 5) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดค้นเปลี่ยนแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎีหลักการใดสำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ไม่ใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ สิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความคิดแปลกใหม่ และจะต้องควบคู่ไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดค้นหรือจินตนาการให้เป็นไปได้หรือที่เรียกว่าจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 6) สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เป็นความคิดอิสระโดยจะเกิดขึ้นขณะที่บุคคลนั้น ๆ เกิดความขัดแย้งภายในขึ้น
2. เป็นจินตนาการประยุกต์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา
3. เป็นผลงานที่บุคคลนั้นค้นพบด้วยตนเองแม้ว่าผู้อื่นจะค้นพบมาก่อนแล้วก็ตาม
4. เป็นผลงานที่ไม่มีผู้อื่นใดทำมาก่อน
5. เป็นความคิดอเนกนัย ประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและ

ความคิดริเริ่ม

6. เป็นความคิดที่โยงสัมพันธ์ได้

7. เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมุติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบสมมุติฐาน และรายงานถึงผลผลิตและความคิดใหม่ ๆ

8. เป็นกระบวนการทางสมองที่นำประสบการณ์เดิมมาจัดกระทำในรูปแบบใหม่ตามแนวความคิดของตนหรือเป็นการกระทำที่ถึงประสบการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมดและเป็นการกระทำของการเลือกเพื่อสร้างแบบแผนใหม่ หรือผลผลิตใหม่ออกมา โดยคำว่าใหม่นั้นใหม่สำหรับตัวเอง หรือต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว อาจสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้หลายแบบ เป็นการคิดที่จะก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่หรือเป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐาน และรายงานถึงผลผลิตและความคิดใหม่ ๆ

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายครอบคลุมเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง ผลผลิตที่แปลกใหม่และกระบวนการของการแก้ปัญหาคล้ายคลึงกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

พินธ และซันค (สุปรียา ลำเจียก. 2522 : 18 อ้างอิงมาจาก Piltz and Sund) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่จะแตกต่างกันในข้อปลีกย่อยที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทางของความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้การแก้ปัญหา รวมทั้งการค้นหาวិธีการในการแก้ปัญหา โดยบุคคลผู้นั้นจะต้องทราบถึงหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) ซึ่งประกอบด้วยทักษะการสังเกต การตั้งปัญหา การค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา การรวบรวมความรู้เพื่อดำเนินการทดลอง อีกทั้งความพยายามในการทดลองทดลอง ๆ ครั้ง ไม่ว่าผลที่ปรากฏออกมาจะล้มเหลวหรือไม่ก็ตาม

อนันต์ จันทรภักดิ์ (2525 : 3 - 10) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้าทดลองและเสาะแสวงหาคำตอบหลาย ๆ วิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้มาจากการสังเกตพฤติกรรมตรวจรายงานหรือโครงการวิทยาศาสตร์และ/หรือคะแนนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ บุญเต็ม (2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การแสดงความคิดที่คึกคัก ความคิดริเริ่ม และความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นทักษะในการตั้งสมมุติฐาน ทักษะในการออกแบบและทักษะการกำหนดตัวแปร

สมจิต สวอนไพบุลย์ (2527 : 11) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการคิดและการกระทำในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อันจะก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นนามธรรม และ/หรือรูปธรรม โดยเน้นถึงประโยชน์และคุณค่าต่อสังคมและส่งผลผลักดันให้โลกเจริญ องค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัย จำแนกได้ 4 ลักษณะ ตามแนวของ กิลฟอร์ด คือ

1. ความคล่องทางวิทยาศาสตร์ (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Originality)
4. ความคิดละเอียดละออทางวิทยาศาสตร์ (Elaboration)

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและการกระทำในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะการตั้งสมมุติฐาน กำหนดตัวแปร และการออกแบบการทดลอง อันจะก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นรูปธรรมหรือนามธรรม เน้นถึงประโยชน์และคุณค่าทางสร้างสรรค์ต่อสังคม

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในทุกคน สามารถส่งเสริมและพัฒนาได้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดในการพัฒนาไว้หลาย ๆ ลักษณะดังนี้

เคอร์ ซีโก (De Cecco, 1968 : 459) กล่าวว่าครูสามารถที่จะจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมความคิดยืดหยุ่น ความคล่องในการคิด และความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาได้ และได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนไว้ 3 วิธี คือ

1. การจำแนกชนิดของปัญหาที่จะให้นักเรียนแก้ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์ซึ่งครูได้เตรียมปัญหาไว้แต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน และจากสถานการณ์ดังกล่าวจึงจะนำไปสู่สถานการณ์ที่ไม่บอกทั้งปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน ถ้านักเรียนรู้ถึงสถานการณ์ของปัญหาน้อยเท่าไร นักเรียนก็จะสามารถคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น

2. ให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยวิธีระดมพลังสมอง (Brain Stroming)

การตั้งสมมุติฐานการทดสอบสมมุติฐาน

3. การให้รางวัล เมื่อนักเรียนสามารถทำกิจกรรมที่สร้างสรรค์

สุมิล เชียวแก้ว (2527 : 62 - 63) ได้เสนอแนะว่าพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แก่นักเรียนนั้นควรจะผ่านกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. เปลี่ยนแปลงเนื้อหาของหลักสูตร เพื่อให้มีความยืดหยุ่น

2. วางแผนการทดลองระยะยาวพร้อมทั้งกำหนดจุดประสงค์ต่าง ๆ ให้แน่ชัดว่าจะสอนให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จากนั้นค้นหากิจกรรมที่เหมาะสม

3. วิธีสอนควรเป็นแบบสืบเสาะการทดลองเป็นแบบเปิดกว้างให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาตลอดจนสร้างสถานการณ์การสอนแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการคิดของนักเรียน

4. เน้นความสนใจไปสู่กระบวนการ ให้นักเรียนได้ค้นพบด้วยตนเองมากกว่าจะจดจำเนื้อหา

5. ให้ความสำคัญในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมากกว่าจะอยู่ที่ผลงานที่สำเร็จรูปแล้ว ควรพิจารณาที่กระบวนการคิด

สมจิต สวธน์ไพบลีย์ (2527 : 30 - 34) ได้กล่าวถึงวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ยั่วยุ ครูควรสร้างสถานการณ์เพื่อเป็นสื่อไปสู่การฝึกที่จะคิดแก้ปัญหาหรือเพื่อก่อให้เกิดความสนใจใคร่ที่จะเสาะแสวงหาความรู้ต่อไป

ลักษณะของสถานการณ์ยั่วยุอาจประกอบด้วย ข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ อุปกรณ์ของจริง อุปกรณ์จำลอง ข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การแสดงบทบาทสมมติ เป็นต้น

2. การจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมอง (Brainstorming) การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น โดยไม่ต้องคำนึงว่าความคิดเห็นนั้น ๆ จะถูกต้องใช้หรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมองนี้จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนใคร่ร่วมกันคิดหลายแนวทาง คิดได้มากในเวลาจำกัดและเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม (Group Process)

3. จัดกิจกรรมแบบให้ฝึกปฏิบัติจริง เป็นการปฏิบัติจริงที่ให้เกิดโดยการกระทำ เช่น บอกปัญหา บอกอุปกรณ์ให้แล้วนักเรียนนำไปวางแผนทดลอง ทดลอง อภิปราย กันว่า หากความรู้เสริมเพิ่มเติมหรืออาจกำหนดข้อความให้แล้วนักเรียนนำไปพิจารณาเลือกรูปแบบที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสื่อความหมายอาจกระทำได้โดยการใช้อักษร ตาราง แผนภูมิ การบรรยาย เป็นต้น การจัดกิจกรรมแบบให้ฝึกปฏิบัติจริง เช่น การให้นักเรียนสังเกตการงอกของเมล็ด ให้สรุปข้อคิดจากการบันทึกผลการเลี้ยงสัตว์

4. จัดกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายากเพื่อให้ นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมที่ควรคำนึงถึงความสำเร็จนี้ถือว่า เป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่จะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ และกระตุ้นใคร่ใคร่ที่จะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. การจัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมนั้น นอกจากจะให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ตามแนวทางของแบบระดมพลังสมอง ซึ่งกล่าวไว้ในข้อ 2 แล้วยัง ครูควรจัดกิจกรรมแบบให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานเป็นรายบุคคลบ้าง เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถของตน ฝึกความรับผิดชอบก่อให้เกิดความมั่นใจ ส่งเสริมความเจริญงอกงามทางสติปัญญาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนตามศักยภาพรายบุคคล

จุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมแบบให้ฝึกเป็นรายบุคคล คือ

1. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝึกคิดค้นด้วยตนเองอย่างแท้จริง เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดเป็นรายบุคคล
 2. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสรรค์ด้านความรู้ลึก เกิดความพึงพอใจ สนใจ ต้องการความรู้ลึกขึ้นชมผลงานของตนเอง
 3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดวินัยในตนเอง เป็นคนมีความรับผิดชอบกล้าแสดงออก มีนิสัยช่างคิดแสวงหาความรู้ รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ รักความเป็นระเบียบ ฯลฯ
- จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เช่น เนื้อหาของหลักสูตร ครู นักเรียน บรรยากาศในการเรียนการสอน โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรจะเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเอง จุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหาคือ การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดตัวแปรและการออกแบบการทดลอง ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่าควรให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บรรยากาศในการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความรับผิดชอบตามหน้าที่ของครูในส่วนที่เกี่ยวกับการสร้างคนให้มีคุณภาพ มีความรู้ความสามารถในการคิด ทำ และแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์นั้น การสร้างบรรยากาศของการเรียนการสอนมีส่วนสำคัญอย่างมาก สมจิต สวณไพบลย์ (2527 : 37 - 39) ได้ให้

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการบรรยากาศในการเรียนการสอนที่จะเอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. บรรยากาศที่ให้ความรัก ความอบอุ่น บุคลิกของครูควรจะเป็นไปด้วยความรัก ความเมตตา ความกรุณาต่อนักเรียน ความใจกว้างของครู การยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนย่อมจะช่วยให้เด็กเกิดความรู้สึกเป็นกันเอง รู้สึกอบอุ่น และจากบุคลิกภาพดังกล่าวของครูนี้ย่อมก่อให้เกิดสภาพทางจิตวิทยา ที่นักเรียนจะรู้สึกชื่นชม เต็มใจ และอยากรวมกิจกรรมการเรียนการสอนกับครูและกับเพื่อนนักเรียนด้วยกันอันจะส่งผลไปสู่บรรยากาศของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2. บรรยากาศแห่งความปลอดภัย โดยครูควรจะเป็นคนในสิทธิ์และเสรีภาพของนักเรียนตามขอบเขตที่พึงจะเป็น การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่เป็นเหตุผลการปกครองชั้นเรียนแบบประชาธิปไตย การเสริมแรงเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจ ไม่ชมเชยนักเรียนไม่ว่าจะเป็นคำพูดหรือท่าทาง ไม่กำหนดหรือจำกัดกิจกรรมในห้องเรียนหรืออาจจะกำหนดบ้างในบางครั้งถ้าครูเห็นว่าสมควร ยอมรับการแสดงออกของนักเรียนทุกคนด้วยความสนใจและกระตือรือร้น ทั้งนี้เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดความรู้สึกปลอดภัยนั่นเอง ซึ่ง โรเจอร์ส (Rogers, 1970 : 146) ได้ศึกษาพบว่าภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลกล้าคิดอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ภาวะที่บุคคลรู้สึกปลอดภัย รู้สึกว่าตนเองมีค่า ได้รับการยอมรับ รวมทั้งภาวะที่มีเสรีภาพในการแสดงออกโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือถูกประเมิน

3. บรรยากาศที่ให้อิสระเสรีภาพในการแสดงออก โดยจัดกิจกรรมที่อาจจะเป็นแบบเล่นปนเรียน อาจใช้เกมประกอบกิจกรรมบ้างก็ได้ ไม่ควรกำหนดแนวทางการแสดงออกของนักเรียน ควรให้นักเรียนอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นด้วยท่าทางหรือด้วยวาจาในลักษณะแบบสบาย ๆ เป็นกันเอง ปลุกฝังให้นักเรียนได้รู้จักคุณค่าของตนเอง ซึ่ง ซันและโทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge, 1974 : 349) ได้สรุปไว้ว่า ความอิสระเสรีเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการคิดสร้างสรรค์และจะมีผลต่อสุขภาพจิตด้วย และจากการศึกษาของ เชาวนา ยุทธสุรพันธ์ (2514 : 118) ได้เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา และ

มัธยมศึกษา ระหว่างโรงเรียนสาธิต และโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรปกติ ทั้งนี้เพราะว่าโรงเรียนสาธิตจะมีบรรยากาศแบบเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่เคร่งกระเปียบมากนัก แต่โรงเรียนที่ใช้หลักสูตรปกติจะมีบรรยากาศในการเรียนการสอนแบบเคร่งครัดนักเรียนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ

4. บรรยากาศที่เอื้อต่อการค้นคว้าหาความรู้ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบเอง ไม่ควรยึดแบบการเรียนรู้แบบใดแบบหนึ่งโดยเฉพาะ แต่ควรแนะนำให้นักเรียนค้นเคยและใช้วิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี คำถามที่ใช้ในห้องเรียนควรเป็นคำถามแบบกว้าง (Broad Question) สนับสนุนให้นักเรียนพยายามคิดทั้งในแนวกว้างและในแนวลึก ให้ความสำคัญแก่นักเรียนที่จะคิดและ/หรือพัฒนาความคิด ไม่ควรประเมินผลการคิดของนักเรียน จัดเอกสารตำราอุปกรณ์ไว้ให้นักเรียนได้ค้นคว้าเพิ่มเติม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ห้องปฏิบัติการทุกเวลาที่ต้องการ ในส่วนตัวครูเองก็ควรที่จะต้องศึกษาและมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ครูควรต้องวางแผนการสอนระยะยาว สนับสนุนโครงการงานวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความคิดใหม่ ๆ ของนักเรียน การที่ครูเน้นศึกษาหาความรู้และสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้เป็นอย่างดีย่อมจะส่งผลไปสู่วิธีการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

5. บรรยากาศแห่งความซื่อสัตย์ นักเรียนทุกคนยอมรับต้องการ การยอมรับ การยกย่อง การเอาใจใส่จากครู สนับสนุนให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความเชื่อมั่นในตนเอง ประสบความสำเร็จในงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าเอง ครูควรนำผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนมาขยของชมเชย และแสดงให้เพื่อน ๆ ในชั้นเรียนได้ดู หรือบางโอกาสก็นำมาจัดนิทรรศการ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า บรรยากาศในการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้รับความรัก ความอบอุ่น ผู้เรียนมีความปลอดภัย มีอิสระเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น ได้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง และรู้สึกว่าคุณเองได้รับการยอมรับ เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ อาศัยแนวความคิดของ กิลฟอร์ด และทอเรนซ์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยมี 2 ฉบับ ที่มีผู้ยืมไปใช้คือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ หัตถ์นิย หฤเกษลธาร และของ สุมาลี กาญจนชาติ นอกจากนี้ ชาคิชัย วิโรจนะ ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นอีกฉบับหนึ่งโดยยึดหลักของ ทอเรนซ์

แบบทดสอบแต่ละฉบับมีลักษณะดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ หัตถ์นิย หฤเกษลธาร (2517 : 85 - 98) ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ

- 1.1 "สมมุติว่า" บนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนคนมองเห็นกันแค่ขาเท่านั้น อะไรจะเกิดขึ้นมันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- 1.2 "หิ้งไข" ให้นักเรียนคิดหาวิธีที่จะหิ้งไขดิบ (ไขไก่หรือไขเป็ดก็ได้) 1 ฟอง ลงจากคอกชั้น 3 โดยที่เมื่อไขตกลงถึงพื้นดินไขยังไม่แตก
- 1.3 "ปลาทอง" ให้คิดหาวิธีแปลก ๆ ที่จะเอาปลาทองไปทดลองโดยที่ไม่ทำให้ปลาทองบาดเจ็บถึงกับพิการหรือตาย

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ของ สุมาลี กาญจนชาติ (2525 : 65 - 72) ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ

- 2.1 "การใช้ประโยชน์" ให้นักเรียนเขียนว่าจะใช้ประโยชน์จากบริเวณส่วนต่าง ๆ ของพื้นที่ที่กำหนดให้ในภาพใดอย่างไร โดยอาจใช้บริเวณหนึ่งซ้ำได้ พยายามคิดให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้
- 2.2 "นักประดิษฐ์" ให้นักเรียนคิดประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ ที่เป็นไปได้จากอุปกรณ์และวัสดุที่กำหนดให้ โดยบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือเครื่องใช้แต่ละชุด วาดรูปและบอกการนำไปใช้อย่างย่อ

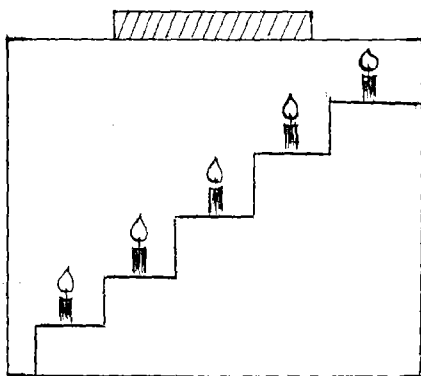
2.3 "นักค้นคว้า" ให้นักเรียนพยายามคิดหาวิธีที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบ จากข้อความที่กำหนดให้ อธิบายวิธีทดลองอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์และสารเคมีอย่างอื่น ประกอบด้วยก็ได้

3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ซาคิซึชิ วิโรจนะ (2530 : 282 - 284) ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ

3.1 "สมมุติว่า" ถ้าในระบบสุริยจักรวาลมีดวงอาทิตย์เกิดขึ้นอีก 1 ดวง ซึ่งเปลี่ยนมาจากดาวเคราะห์ดวงหนึ่งในระบบสุริยจักรวาล นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

3.2 "ออกแบบการทดลอง" นักเรียนมีลูกฟุตบอลพลาสติก 1 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร นักเรียนจะนำมาใช้ในการทดลองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรบ้าง และมีวิธีการทดลองอย่างไรอธิบายให้เข้าใจ (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ช่วยก็ได้)

3.3 "การตั้งคำถาม"



จากภาพให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพใ้หมากที่สุด พร้อมทั้งคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้น และเป็นคำตอบของคำถามนั้นได้ (นักเรียนต้องไม่ตั้งคำถามที่สามารถตอบได้โดยดูจากรูปภาพโดยตรง)

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของคำตอบเหมือนกัน คือ แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 คะแนน ได้แก่ คะแนนความคล่องในการคิด คะแนนความคิดยืดหยุ่นและคะแนนความคิดริเริ่ม

คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับของผู้อื่นหรือไม่

คะแนนด้านความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มของคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีในการคิดที่แตกต่างกัน โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับของผู้อื่นหรือไม่

คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความคิดของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดโดยให้เกณฑ์ว่า

คำตอบที่มีความคิดเป็น 1	ให้	5	คะแนน
คำตอบที่มีความคิดเป็น 2	ให้	4	คะแนน
คำตอบที่มีความคิดเป็น 3	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่มีความคิดเป็น 4	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่มีความคิดเป็น 5	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่มีความคิดเป็น 5	ให้	0	คะแนน

สำหรับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ซาคิชิ วิโรจนะ (2530 : 282 - 284) ซึ่งมีทั้งหมด 3 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .53 เป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบโดยให้เหตุผล คากคะแนน (ตั้งสมมุติฐาน) และออกแบบการทดลอง และแบบทดสอบฉบับนี้ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของผู้วิจัยที่ใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนโดยมีกิจกรรมให้นักเรียนฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐาน การกำหนดตัวแปรและการออกแบบการทดลองโดยใช้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เช่นเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความมั่นใจว่าแบบทดสอบฉบับนี้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้ดังนี้

บลูม (Bloom. 1976 : 167) ได้ศึกษาผลงานวิจัยของนักการศึกษาหลายคนแล้ว

สรุปว่า

1. ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนสามารถพยากรณ์ระดับหรืออัตราความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ได้

2. ความรู้พื้นฐานเดิมมีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนช่วยให้กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน

ส่วนใหญ่โดยไม่มีปัญหา

ฟายล์ และโอคีย์ (Fiel and Okey. 1974 : 253 - 255) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการทดสอบย่อย และการสอนซ้ำในความรู้พื้นฐานโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 90 คน ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง กราฟในการทดลองพบว่า การทดสอบและการสอนความรู้พื้นฐานไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

นัททิพย์ มากชู (2526 : 40 - 45) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนจากวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานก่อนเรียนกับวิธีเสริมความรู้พื้นฐานระหว่างเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 83 คน โรงเรียนวัฒนานันทอุปถัมภ์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานก่อนเรียนกับวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานระหว่างเรียนโดยส่วนรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยงยุทธ ยรรยงเมธ (2526 : 21 - 22) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยมีการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมจากบทเรียนบททวนและที่เรียนโดยไม่มีการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมจากบทเรียนบททวน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 89 คน ผลการศึกษาสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ที่เรียนจากการสอน โดยมีการทบทวนความรู้พื้นฐาน จากบทเรียนทบทวนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนที่ไม่มีการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมจากบทเรียนทบทวนที่ระดับนัยสำคัญ .01

แสงศิริ ศิริมงคล (2529 : 79 - 81) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและด้วยสรุปบทเรียนโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 80 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยสรุปบทเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวน มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยสรุปบทเรียน

จากงานวิจัยต่าง ๆ สรุปได้ว่าการทบทวนความรู้พื้นฐานเป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ช่วยเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนเริ่มบทเรียนใหม่ในครั้งต่อไป ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเห็นว่าควรมีการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสไลด์เทป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสไลด์เทป ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้ดังนี้

คราวเดอร์ (Crowder. 1969 : 4034 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์โดยใช้สไลด์ประกอบหุ่นจำลองกับการสอนปกติ พบว่าการใช้สไลด์ประกอบหุ่นจำลองให้ผลการเรียนรู้ในความจำดีกว่าการสอนตามปกติ

ลอรี (Laurie. 1975 : 7707 - A) ได้วิจัยเปรียบเทียบการสอนแบบปรากฏา
กับการสอนโดยใช้สไลด์เทปรายบุคคลเรื่องความสมบูรณ์ของร่างกาย พบว่าผลการเรียนรู้จากการ
สอนทั้งสองวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประภา ภูวณ (2515 : 30) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ข้อเท็จจริง
ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบกับสไลด์เทปประกอบการสอน ปรากฏว่าได้ผลดีเหมือนกัน
และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่สอนแบบบรรยายโดยไม่มีอุปกรณ์การสอนประกอบด้วยกลุ่มที่ใช้สไลด์
ประกอบ ผลของกลุ่มที่ใช้สไลด์ประกอบดีกว่า

ไพโรจน์ เนาใจ (2516 : 45) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
วิชาสุขศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้สไลด์เทปประกอบการสอนด้วยวิธีต่าง ๆ คือ

ฉายสไลด์ประกอบเทปให้เรียนทันที

อธิบายเนื้อเรื่องแล้วฉายสไลด์เทปประกอบแล้วอภิปรายซ้ำ

การสอนแบบอธิบายโดยไม่มีอุปกรณ์การสอน

ผลการศึกษารายงานว่า การสอนแบบอธิบายเนื้อเรื่องแล้วฉายสไลด์ประกอบเทปและ
อภิปรายซ้ำให้ผลดีที่สุดในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เกษม บุญส่ง (2517 : 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สไลด์บรรยายประกอบเสียงด้วยเทปอัดโนมิ
กับสไลด์ที่ครูบรรยายประกอบ ผลปรากฏว่าการสอนโดยใช้สไลด์ที่ครูบรรยายประกอบให้ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน สูงกว่าการสอนโดยใช้สไลด์บรรยายประกอบเสียงด้วยเทปอัดโนมิ

วิทยา อุทุมผล (2528 : 55) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการ
ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสไลด์เทปกับการอภิปราย
และสาธิต ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดย
การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสไลด์เทปสูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอภิปรายและสาธิต

จากผลการวิจัยประสิทธิภาพของสไลด์เทปต่อการเรียนการสอน ได้ชี้ให้เห็นว่า
สไลด์เป็นสื่อที่มีคุณค่า มีความเหมาะสมต่อการเรียนการสอน ซึ่งจะให้ผลดีกว่าสื่ออื่น ๆ และจาก
การวิจัยถึงแนวทางการนำสไลด์มาใช้ในการเรียนการสอนมีแนวโน้มให้เห็นว่าการใช้สไลด์เทป

ประกอบการสอนแล้วมีการอภิปรายที่หลังจะให้ผลการเรียนรู้มากกว่าวิธีอื่น ๆ ซึ่งนับว่าเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับแนวการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของ สสวท. มีขั้นตอนอภิปรายก่อนการทดลอง ขั้นทดลอง แล้วจึงอภิปรายหลังการทดลอง และ วิทยา อุทมผล (2528 : 55) ได้วิจัยพบว่า การใช้สไลด์เทปในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการอภิปรายและสาธิต ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจว่าการนำสไลด์เทปเข้ามาประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน และขั้นตอนอภิปรายก่อนการทดลอง โดยมีการจัดระบบบททวนความรู้พื้นฐานและสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและฝึกปฏิบัติ จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้แบบฝึก

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้แบบฝึก ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้ดังนี้

เขาวนัย อะยะวงค์ (2525 : 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมและครูผู้ฝึก ซึ่งมีแผนการฝึก ลำดับขั้นตอนของการฝึกที่เหมือนกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ใช้การฝึกด้วยสื่อประสม ส่วนอีก 30 คน เป็นกลุ่มควบคุมครูเป็นผู้ฝึก ผลการศึกษพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกจากครูผู้ฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะมีผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 67 - 68) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน

ในการทดลองทั้งสองกลุ่มใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองไม่มีการประเมินผล แต่กลุ่มควบคุมจะได้รับการประเมินผลทุกครั้งหลังจากฝึกครบ 15 ครั้ง ทำการทดสอบทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ชาญชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74 - 75) ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 120 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลอง 1 ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลอง 2 ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดและความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดและความคิดยืดหยุ่นของกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
5. กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้แบบฝึก จะพบว่าแบบฝึกช่วยให้นักเรียน
 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดีกว่าการสอนวิธีอื่น ๆ หรืออย่าง
 น้อยก็ให้ผลไม่ด้อยกว่าวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาโดยใช้ให้นักเรียนฝึกทักษะการตั้ง
 สมมุติฐาน การกำหนดตัวแปร และการออกแบบการทดลอง ในแบบฝึกซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดสไลด์
 ที่สร้างขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้ดังนี้

แอทกิน (Atkin. 1958 : 414 - 422) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการตั้งสมมุติฐาน
 และการตรวจสอบสมมุติฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็น
 นักเรียนระดับ 1 จำนวน 6 ห้อง ระดับ 3 จำนวน 5 ห้อง ระดับ 6 จำนวน 4 ห้อง ในการ
 เก็บข้อมูลใช้วิธีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนในขณะที่นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการบันทึกเพื่
 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนจะตั้งสมมุติฐานตามประสบการณ์เรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามระดับชั้นที่
 เรียนอยู่
2. ในการตั้งสมมุติฐานนักเรียนอาศัยความรู้ของตัวเอง การทดลองการสอน และ
 การเอาเป็นพื้นฐาน
3. นักเรียนจะเสนอปัญหาแตกต่างกันตามความสนใจในวิชาแกนในวิชาวิทยาศาสตร์
4. นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกเกณฑ์ในการตั้งสมมุติฐานที่เขาได้ตั้งไว้แล้วได้

5. นักเรียนระดับสูงมีแนวโน้มที่จะตั้งสมมุติฐานโดยอาศัยความรู้ของตนเองมากกว่านักเรียนในระดับต่ำ ส่วนนักเรียนในระดับต่ำมีแนวโน้มที่จะอาศัยการสังเกตเป็นหลักการในการตั้งสมมุติฐานมากกว่านักเรียนในระดับสูง

6. ความถูกต้องของสมมุติฐานที่นักเรียนตั้งมีความอยู่ในระดับเดียวกัน

7. การเสนอแนะการตรวจสอบสมมุติฐานนักเรียนในระดับสูงจะเสนอรูปแบบในการทดลองที่มีหลักการมากกว่านักเรียนในระดับต่ำ

8. พฤติกรรมในการแก้ปัญหา นักเรียนที่อยู่ในชั้นเรียนที่มีสภาพการณ์ที่ถูกควบคุมจะแก้ปัญหาโดยการเดาและไม่คำนึงถึงความถูกต้องมากกว่านักเรียนที่ไม่ถูกควบคุม

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848 - A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะทาง การสอนปกติ และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองในวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

แวนเนค (Vanek. 1974 : 1522 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชั้นพระคัมภีร์ 3 จำนวน 54 คน ระดับเกรด 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยการทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้หนังสือ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ไรเลย์ (Riley. 1975 : 5152 - A) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มประชากรเป็นนักเรียนฝึกสอน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามปฏิบัติจริง กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลองเช่นกันฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎี ส่วนกลุ่มที่สามเป็นกลุ่มควบคุมโดยไม่ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไป ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

อุทัย ชีวณรักษ์ (2517 : 86) ได้เปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงกับการสอนแบบเดิม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาปีที่ 1 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 67 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 34 คน ใช้วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน และกลุ่มควบคุมจำนวน 33 คน ใช้วิธีสอนแบบเดิมผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมุติฐานและทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน สอนโดยเน้นทักษะการตั้งสมมุติฐานและทักษะการพยากรณ์ ส่วนอีก 30 คน สอนตามคู่มือครู ผลการทดลองพบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ชาญชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74 - 75) ทำการศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า

นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิกับการอภิปรายตามคู่มือครู และโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยรูปภาพหรือแผนภูมิมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อการเกิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองสอนเน้นทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุมสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท. ผลการที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท.

จากผลการวิจัยดังกล่าว สรุปได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นการเรียนที่ฝึกให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นถ้าผู้สอนจะจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียน โดยฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะก็จะให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและรวบรวมไว้ดังนี้

บิลล์ (Bills. 1976 : 417 - 421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป เกรด 8 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน และหญิง 74 คน กลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน เป็นหญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่มีสติปัญญาสูงกลาง-ต่ำ โดยได้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large Thorndike ทดสอบก่อนและหลังสอน ด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุมคือ เพศ I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและนักเรียนหญิงมีสติปัญญาสูงขึ้น ทำคะแนนด้านความคล่องในการแสดงออกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พินิคค์ (Penick. 1976 : 307 - 314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองและการสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรม

แก่นักเรียนผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองและกลุ่มที่สอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรม ไม่มีความแตกต่างในเรื่องภาษา ส่วนในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคำรูปภาพ พบว่ากลุ่มที่สอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

มาเรีย (Maria, 1981 : 624 - A) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่มนักเรียนเกรด 4 - 6 โดยศึกษาจากครูที่ได้รับ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม 11 คน พบว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เกรด 5 - 6 แตกต่างและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

วรรณรัช ชัยชาญกุล (2526 : 67 - 68) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ในการทดลองทั้งสองกลุ่มใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองไม่มีการประเมินผล แต่กลุ่มควบคุมมีการประเมินผลทุกครั้งของการฝึกและบันทึกคะแนนไว้ หลังจากฝึกครบ 15 ครั้ง ทำการทดสอบทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

กอสักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริอร ไชยพิรัตน์ (2527 : 50 - 52) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมอง และแบบฝึกรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประสิทธิ์ สันเนอ (2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถฝึกฝนให้พัฒนาขึ้นได้ ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งโดยส่วนรวมแล้วบุคคลที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูงก็จะสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้กระทำ ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง และการฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูงเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปร และการออกแบบการทดลอง อันจะก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นรูปธรรมหรือนามธรรม เน้นถึงประโยชน์และคุณค่าทางสร้างสรรค์ต่อสังคม

จากเอกสารและงานวิจัยดังกล่าวมาแล้วเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานในการศึกษาครั้งนี้ว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านคือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคล่องในการคิดและด้านความคิดยืดหยุ่น ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน
อ่างศิลาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 มีจำนวน
นักเรียนทั้งหมด 126 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531
จำนวนทั้งหมด 64 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)
จากนักเรียนจำนวน 126 คน แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 32 คน
กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน
กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ศึกษาค้นคว้าเป็นเนื้อหาเรื่อง การลำดับเรียงในสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสอ.บ.น.ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ใช้เวลาในการทดลอง กลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design (ลวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2528 : 216) มีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X	T_2
CR	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- X คือ การสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน
- T_1 คือ การสอบก่อนจัดกระทำทดลอง
- T_2 คือ การสอบหลังจัดกระทำทดลอง
- R คือ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- C คือ กลุ่มควบคุม
- E คือ กลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

1. ชุดสไลด์
2. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต
 - 2.1 แผนการสอนที่ใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน
 - 2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

ชุดสไลด์ คำใบ้การสร้างดังนี้

1. สร้างสไลด์ที่ทบทวนความรู้พื้นฐานและสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์
มีลำดับการสร้างดังนี้
 - 1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างสไลด์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย
เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมที่เหมาะสม
 - 1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสาร
ตำรา และงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดลำดับขั้นตอนของทักษะที่จะทบทวนในครั้งนี้
 - 1.3 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต จากแบบเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 3 (ว 203) และจากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.4 วิเคราะห์เนื้อหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องทบทวนเพื่อนำ
มาสร้างสไลด์ทบทวนความรู้พื้นฐาน และสถานการณ์โดยผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์

1.5 เขียนบทสไลด์บทวนความรู้พื้นฐานและสถานการณ์ โดยเริ่มจากจุดมุ่งหมายทั่วไป จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำความรู้พื้นฐานและสถานการณ์มาทำภาพร่างและเขียนบท (Script) ตามลำดับโดยให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายต่าง ๆ ที่ตั้งไว้

1.6 นำบทสไลด์ที่เขียนขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตสไลด์และครูชำนาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตรวจแก้ไข

1.7 ทำการถ่ายทำและบันทึกเสียงตามบทที่เขียนไว้

2. สร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ

2.2 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยยึดหลักการสร้างแบบฝึกของ บัทส์ (Butts. 1974 : 2) ตามขั้นตอนดังนี้

2.3.1 เขียนโครงร่างของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบฝึก

2.3.3 กำหนดกิจกรรมของแบบฝึกตามหลักการฝึก

3. นำชุดสไลด์ที่สร้างขึ้น (ประกอบด้วยสไลด์บทวนความรู้พื้นฐานและสถานการณ์ กับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ) ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง ดังนี้

3.1 ทดลองกับนักเรียนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จดบันทึกปัญหาต่าง ๆ และเวลาที่ใช้เมื่อนักเรียนเรียนชุดสไลด์จบแล้วให้ทำแบบสอบถามการยอมรับเครื่องมือ เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนสามารถเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ และทำสิ่งที่ต้องการให้ทำในชุดสไลด์หรือไม่ นำปัญหาที่จดบันทึกมาแก้ไขปรับปรุงชุดสไลด์

3.2 ทดลองกับนักเรียน จำนวน 10 คน บันทึกปัญหาและเวลาที่ใช้ หลังจากเรียนชุดสไลด์แล้วให้นักเรียนทำแบบสอบถามการยอมรับเครื่องมือ แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดสไลด์ นำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

3.3 ทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน เมื่อเรียนชุดสไลด์จบแล้วให้ทำแบบสอบถามการยอมรับเครื่องมือ แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดสไลด์ เกณฑ์การยอมรับจะพิจารณาคำถามแต่ละข้อ ข้อใดที่คะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงจะยอมรับ และคะแนนรวมของชุดสไลด์ทั้งชุดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 จึงจะยอมรับว่ามีคุณภาพ นำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ทดลองจริงต่อไป

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

2 แผน วิธีดำเนินการสร้างค่าเป็นตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรความมุ่งหมายและเนื้อหาเรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิตจากบทเรียน และคู่มือครูชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. สร้างแผนการสอนทั้งหมด 20 คาบ ประกอบด้วยความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 สร้างแผนการสอนที่ใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนดังนี้

2.1.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์เทป

2.1.2 ชี้นำอภิปรายก่อนการทดลอง

ก. นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์เทป

ข. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึก

2.1.3 ชี้นำทดลอง นักเรียนทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานและการออกแบบการทดลองตามแนวทางที่กำหนดให้

2.1.4 ชี้นำอภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ตรวจสอบสมมุติฐาน สรุปเป็นความรู้ใหม่ และนำความรู้ไปใช้

2.2 สร้างแผนการสอนตามคู่มือครู ดังนี้

2.2.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ครูอธิบายเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐาน

2.2.2 ชี้อภิปรายก่อนการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและตั้งสมมุติฐาน อภิปรายจุดประสงค์ของการทดลองและวิธีทดลอง

2.2.3 ชี้นทดลอง นักเรียนทำการทดลองตามแบบเรียน

2.2.4 ชี้อภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง ตรวจสอบสมมุติฐานสรุปเป็นความรู้ใหม่และนำความรู้ไปใช้

3. นำแผนการสอนทั้งสองแผน คัดกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

4. ปรับปรุงแผนการสอนแต่ละแผนตามผู้เชี่ยวชาญแล้วนำแผนแต่ละแผนไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ดังนี้

4.1 ทดลองสอนกับนักเรียนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น กิจกรรมที่กำหนด การสื่อความหมาย ระยะเวลาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.2 ทดลองสอนกับนักเรียนจำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปทดลองสอนจริง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างโดยกำหนดตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลและการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบเนื้อหาพฤติกรรมโดยแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์หาอัตราส่วนในการออกแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน

4. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 120 ข้อ โดยให้มีสัดส่วนของจำนวนข้อสอบของแต่ละด้านพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์

5. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ ประชาน และกรรมการที่ปรึกษาปริณัยานนท์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องคำภาษาไทยเพื่อแก้ไขปรับปรุง

6. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสวนจันทนุสรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ที่ได้รับการเรียนเรื่องนี้ไปแล้วจำนวน 100 คน

7. นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนเรียบร้อยแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เต ฟาน โดยคิด 27 % ของกลุ่มสูง และ 27 % ของกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุง เต ฟาน สร้างไว้ เลือกเอาข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป ไว้จำนวน 60 ข้อ

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 7 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสวนจันทนุสรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร $KR = 20$ (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168 - 170) ได้ค่าความเชื่อมั่น .85

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยใช้

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ซาคิซึชิ วิโรจนะ (2530 : 282 - 284) ซึ่งมีข้อสอบทั้งหมด 3 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .53

1. ลักษณะของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบที่ให้นักเรียน
ตอบอย่างอิสระ ในเวลาที่กำหนด จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาทำข้อละ 10 นาที รวมเวลา 30 นาที

ตัวอย่างข้อสอบ

1. "ออกแบบการทดลอง"

นักเรียนมีลูกบอลพลาสติก 1 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร
นักเรียนจะนำมาใช้ในการทดลองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และมีวิธีการทดลองอย่างไร
จงอธิบายให้เข้าใจ (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ช่วยก็ได้)

1. ทำการทดลองเรื่อง.....

วิธีทดลอง.....

.....

.....

2. ทำการทดลองเรื่อง.....

วิธีทดลอง.....

.....

.....

3. ทำการทดลองเรื่อง.....

วิธีทดลอง.....

.....

.....

ฯลฯ

2. การตรวจให้คะแนน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสามข้อ
แต่ละข้อตรวจให้คะแนนสามด้าน คือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคล่องในการคิด และด้าน
ความคิดยืดหยุ่น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

2.1 ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปไ้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ แล้วนำคำตอบที่ได้มาหาความถี่ ให้คะแนนคำตอบที่มีความถี่เท่ากับ 1 ให้ 2 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เท่ากับ 2 ให้ 1 คะแนน

คำตอบที่มีความถี่เกิน 2 ให้ 0 คะแนน

2.2 ความคล่องในการคิดพิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปไ้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับของผู้อื่นหรือไม่

2.3 ความคิดขั้นสูง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปไ้ตามเงื่อนไขของแบบทดสอบ แล้วจัดกลุ่มของคำตอบออกเป็นกลุ่ม ๆ แนวคิดเหมือนกันจัดในกลุ่มเดียวกันให้คะแนนเท่ากับจำนวนกลุ่มที่แบ่งได้

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละข้อหาได้จากผลบวกของคะแนนความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความคิดขั้นสูง

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ข้อ

3. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ชาติชัย วิโรจนะ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสวนจันอนุสรณ์ อำเภอมะนัง จังหวัดชลบุรี จำนวน 50 คน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นโดยวิธีของ ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA Procedure) (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 172) ได้ค่าความเชื่อมั่น .59

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มึ้นนักเรียนกลุ่มละ 32 คน ทั้งโคลกล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากันคือใช้เวลากลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที
 - 3.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนการสอนที่ใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน
 - 3.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู
4. เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์วิชาวิทยาศาสตร์
5. ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 หากคะแนนเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 59)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

- 1.2 หากความแปรปรวน คำนวณจากสูตร (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 63)

$$s^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ ของ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32)

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR - 20 (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร Hoyt's ANONA Procedure (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 172)

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

MS_E แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error)

MS_P แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างบุคคล (Between people)

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

1. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1, 2, 5 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score (scott. 1962 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$\text{และ } S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t - distribution

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับการเรียน
ของกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับการเรียนของกลุ่ม
ทดลอง

D_2 แทน ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับการเรียนของกลุ่ม
ควบคุม

S_D^2 แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนและ
ก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3, 4 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test dependent (ลวน
สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 87)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - distribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{X}_1$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบหลังการทดลอง
MD	แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองและก่อนการทดลอง
t	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณา t - distribution
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน ความแปรปรวนรวมของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
D	แทน ผลต่างของคะแนน
**	แทน ความมีนัยสำคัญทางสถิติ
กลุ่มทดลอง	แทน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน
กลุ่มควบคุม	แทน นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สูตร t-test Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	32	18.375	33.156	14.781	1.280	7.348**
กลุ่มควบคุม	32	18.218	23.593	5.375	1.280	

$$t (.01, 62) = 2.660$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test

Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	32	22.280	39.875	17.395	2.295	5.325**
กลุ่มควบคุม	32	19.687	24.875	5.188	2.295	

$$t (.01, 62) = 2.660$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มทดลอง	32	555	13495	8.782**

$$t (.01, 31) = 2.750$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอน และหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดง ในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอน และหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง	N	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มควบคุม	32	164	2187	4.399**

$$t \quad (.01, 31) = 2.750$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

5. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านคือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคล่องในการคิดและด้านความคิดยืดหยุ่นระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test Independent ในรูป Difference Score ซึ่งแยกวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละด้านดังนี้

5.1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	32	5.344	11.625	6.281	1.018	4.605**
กลุ่มควบคุม	32	3.750	5.343	1.593	1.018	

$$t \quad (.01, 62) = 2.660$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

5.2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด
ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตาม
คู่มือครูได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	32	9.531	16.062	6.531	1.036	4.736 ^{**}
กลุ่มควบคุม	32	8.781	10.406	1.625	1.036	

$$t (.01, 62) = 2.660$$

^{**} มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด
ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน
ความคล่องในการคิดของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่
ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

5.3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยผลคังแสดงไว้ในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	32	7.406	12.187	4.781	0.693	4.060 **
กลุ่มควบคุม	32	7.156	9.125	1.969	0.693	

$$t (.01, 62) = 2.660$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู สรุปผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู
5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านคือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคล่องในการคิด และด้านความคิดยืดหยุ่นระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านคือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคล่องในการคิด และด้านความคิดยืดหยุ่น ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 64 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 126 คน แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 32 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
 - 2.1 ชุดสไลด์
 - 2.2 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

2.2.1 แผนการสอนที่ใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน

2.2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การลำเลียง
ในสิ่งมีชีวิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ มีค่าความ
เชื่อมั่น .85

2.4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัด
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ ซาติชัย วิโรจนะ จำนวน 3 ข้อ นำมาหาค่าความ
เชื่อมั่นได้ .59

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มีนักเรียน
กลุ่มละ 32 คน ทั้งได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.3 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลา
เวลาในการสอนเท่ากัน คือใช้เวลากลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนการสอนที่ใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน

3.3.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู

3.4 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียน
ทั้งสองกลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์

3.5 ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อ
ตรวจสอบสมมุติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 1, 2, 5 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบ ของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference Score (Scott. 196 : 264)

2. ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 3, 4 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent (ลวัน สายยศ และอังณา สายยศ. 2528 : 87)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ ประกอบการสอนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลัง การทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน คือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้าน ความคล่องในการคิด และด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบ การสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครูได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผลดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งนำไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การเรียนการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนมีการจัดกระบวนการในชุดสไลด์ โดยจัดระบบการทบทวนความรู้พื้นฐานและการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยศึกษาจากเนื้อหาว่าง่ายไปยาก จากซับซ้อนน้อยไปซับซ้อนมาก เป็นลำดับต่อเนื่องกันไปในลักษณะที่เนื้อหาใหม่ต้องอาศัยเนื้อหาที่เรียนมาแล้วได้ฝึกคิดตอบคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานตลอดเวลา ช่วยทำให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานสำหรับการเรียนต่อไป จากการศึกษาค้นคว้าของ บลูม (Bloom, 1976 : 167 - 169) สรุปเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานไว้ว่า ความรู้พื้นฐานมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือถ้านักเรียนมีความรู้พื้นฐานดีแล้วจะทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย และจากผลการวิจัยของ ยงยุทธ ชรรยงเมธ (2526 : 21 - 22) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากการสอนโดยมีการทบทวนความรู้พื้นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยไม่มีการทบทวนความรู้พื้นฐาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ

แสงศิริ ศิริมงคล (2529 : 27) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยการ ทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยครู ส่วนในชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง สร้าง สถานการณ์ที่ระบุนิยามทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนฝึกคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยทำ กิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการที่นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหานี้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองบ่อย ๆ จะช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อุตัย ชีวณวัณ (2517 : 86) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้แก้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบเดิม และ สอดคล้องกับการวิจัยของ วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนจึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ประการที่สอง การเรียนการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนมีการนำสื่อ ใ้แก่ สไลด์เทปกับแบบฝึกมาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สไลด์เทปช่วยดึงดูดและ ได้รับความสนใจของนักเรียนค่อนข้างเรียน เพราะนักเรียนสามารถมองเห็นภาพและได้รับทั้งเสียง ควบคู่กันไป นักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะ เรียนได้ตามความต้องการเนื่องจากมีการฉายภาพกลับไป กลับมาได้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมจึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งสอดคล้อง กับการศึกษาของ วิทยา อุดมผล (2529 : 55) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจาก การใช้สไลด์เทปนำเข้าสู่บทเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าที่เรียนจากการ อภิปรายและสาธิต ส่วนแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนมีโอกาสตอบสนอง กิจกรรมตลอดเวลาและได้รับรู้ผลของการตอบสนองของตนเองทันทีว่าแนวทางที่ถูกหรือเป็นไปไ้เป็น อย่างไร ซึ่งเป็นการสร้างความพอใจและแรงจูงใจให้กับนักเรียนจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิดของ ฮาร์เรส (Haress. nd : 93 - 94) ที่กล่าวว่าแบบฝึก
เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยการแสดงความสามารถและความเข้าใจ และจาก
การวิจัยของ ชาดูชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74 - 75) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ
การสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู

นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนจึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวมและในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์
ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 ซึ่งเห็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน
มีค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้าน
ความคิดริเริ่ม ด้านความคล่องในการคิด และด้านความคิดยืดหยุ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอน
ตามคู่มือครู ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การเรียนการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน มีการจัดกิจกรรม
มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการคิดในรูปของการฝึกแก้ปัญหา โดยผู้เรียน
จะได้ทบทวนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อใหม่ความรู้สำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการฝึกคิดแก้ปัญหา
ที่ระบุให้ฝึกตั้งสมมุติฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลอง การปฏิบัติกิจกรรมในลักษณะนี้
ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งมีผลต่อความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยตรงสอดคล้องกับแนวคิดของ ทัตเตย์ บุญเดิม (2526 : 33) ที่
กล่าวว่าทักษะที่ได้รับการเน้นเป็นพิเศษให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะ
การตั้งสมมุติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลองและทักษะควบคุมตัวแปร และ เคอ ซิดโก (De
Cecco. 1968 : 459) กล่าวว่าครูสามารถจัดสถานการณ์ที่ส่งเสริมความคิดริเริ่ม ความคล่อง

ในการคิดและความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้โดยเตรียมปัญหาไว้ให้ แต่ไม่บอกวิธี การแก้ปัญหาให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะของนักเรียนเอง และสมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 30) ได้ให้แนวคิดว่าภารกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ แนวทางหนึ่งก็คือการจัดสถานการณ์ช่วยโดยครูสร้างสถานการณ์เพื่อเป็นสื่อให้ นักเรียนฝึกคิดแก้ปัญหา และจากการวิจัยของ ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ที่พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงที่มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้รับการพัฒนาและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง การ จึงทำให้ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ความ คล่องในการคิด และความคิดขั้นสูงของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน สูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ประการที่สอง การเรียนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน นักเรียนได้ทบทวน ความรู้พื้นฐานทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ฝึกคิดตอบคำถาม ตลอดเวลาจากสไลด์เพป เป็นการดึงดูดและเร้าความสนใจของผู้เรียนจนใจให้นักเรียนเกิดความ อยากรู้ อยากเห็น กระทั่งรอวันที่จะเรียน นักเรียนยังได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นสูงจากการจากแถบฝึก เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยการแสดง ความ สามารถและความเข้าใจลงในแถบฝึก โดยไม่มีการตัดสินว่าผิดหรือถูก เป็นการยอมรับความคิด เห็นของผู้เรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสบายใจ เพราะมีอิสระที่จะคิดถึงพยายามที่จะคิดในสิ่ง แปลกใหม่ คิดได้มาก ซึ่งช่วยให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้อง กับแนวคิดของ โรเจอร์ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2527 : 38 อ้างอิงมาจาก Roger. 1970) ที่กล่าวว่า ภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลคิดอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ภาวะที่บุคคลมีอิสระใน การคิดและการแสดงออกโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือถูกประเมิน และ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 30) ได้เน้นว่าภารกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิด เปิดโอกาสให้ นักเรียนได้ฝึกคิดเต็มที่จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จากเหตุผลดังกล่าวจึง

เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มความคล่องในการคิด และด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองกับก่อนการทดลองของทั้งสองกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนของทั้งสองกลุ่มต่างมุ่งให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานสำหรับใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนได้พบทความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จากสไลด์เทปในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน แล้วนักปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐาน การกำหนดตัวแปร และการออกแบบการทดลองในชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ครูจะเป็นผู้พบทความรู้พื้นฐานให้ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน และมีการอภิปรายปัญหา การตั้งสมมุติฐาน จุดประสงค์ของการทดลองและวิธีการทดลองในชั้นอภิปรายก่อนการทดลองโดยครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย ซึ่งนักเรียนจะมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน ดังนั้นนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต่างก็ได้รับการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานสำหรับพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ บลูม (Bloom, 1976 : 167) ที่ว่าความรู้พื้นฐานมีผลต่อกระบวนการเรียนการสอนและจะส่งผลต่อการเรียนรู้ นั่นคือ ความรู้พื้นฐานจะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นด้วย

ประการที่สอง นักเรียนทั้งสองกลุ่มต่างได้รับการกระตุ้นให้ฝึกคิด กล่าวคือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์จากสไลด์เทป แล้วฝึกคิดและปฏิบัติทักษะการตั้งสมมุติฐาน การกำหนดตัวแปร และการออกแบบ

การทดลองในแบบฝึกหัดด้วยตนเอง ส่วนในกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู นักเรียนจะฝึกแก้ปัญหา และฝึกทักษะการตั้งสมมุติ โดยการอภิปรายรวมกับครู ทำให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาการ ทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ คาร์เตอร์ (Carter. 1968 : 688) ที่พบว่าความคิด สร้างสรรค์ของนักเรียนจะสูงขึ้นเมื่อได้รับการกระตุ้นให้คิด

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นสนับสนุนให้เห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนแต่ละวิธีมีการพัฒนาการสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรได้ตระหนักถึงการทบทวน ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนโดยเฉพาะเป็นพื้นฐานสำหรับพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ อันจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

1.2 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรนำการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ ประกอบการสอนมาใช้โดยเฉพาะช่วงนำเข้าสู่บทเรียนและขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง เพราะ จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความสนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียนจากสไลด์ภาพ และพยายามที่จะฝึกแก้ปัญหาโดยการคิดและปฏิบัติทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดให้กับนักเรียน

1.3 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ให้นำชุดสไลด์ไปใช้ในการเรียนการสอนควรใช้สลับ กับวิธีสอนอื่น เช่น สอนตามคู่มือครูหรือการใช้วัฏจักรที่เหมาะสมอื่น ๆ โดยพิจารณาความ เหมาะสมของเนื้อหาและวิธีการนั้น ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและร่วมกิจกรรม การเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ในการวิจัยการสอนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน นอกจากจะศึกษาตัวแปร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ควรศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา มโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์

2.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หรือตัวแปรตามอื่น ๆ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียน เพศ ต่างกันที่เรียนโดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน

2.3 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบของการใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอน เช่น ใช้สไลด์ประกอบการสอนในช่วง อภิปรายหลังการทดลอง หรือการให้เด็กเรียนเรียนเป็นรายบุคคลกับการเรียนโดยทำกิจกรรมกลุ่ม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ก่องศักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท ศึกษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสำเนา.
- กิ่งฟ้า สีนวรงค์ และคณาจารย์ภาควิชาการมัธยมศึกษา. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- เกษม นุญส่ง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้น ม.1 โดยใช้สไลด์ประกอบเสียงควบคู่กับสื่อทัศนศึกษาที่ครูบรรยายประกอบ. ปริญญาโท ศึกษ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อักสำเนา.
- ไชตรี อารณรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้," ข่าวสารสสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม - กันยายน 2525.
- จริยา สระตันติ. การศึกษาเปรียบเทียบผลของการอ่านคำโดยใช้สไลด์กับการสอนตามปกติของนักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท ศึกษ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2513. อักสำเนา.
- เฉลิม คึกชัย. การสอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์เป็นรายบุคคล โดยใช้สไลด์ประกอบเสียง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515. อักสำเนา.
- ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- ชวาล แพร์ตกุล. เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2518.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท ศึกษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสำเนา.

- ชาติชัย วิโรจนะ. การศึกษาผลการใช้ชุดมินิคอร์ส ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. ดอยเอกสาร.
- เชาวนีย์ อะชะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและคู่มือฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อักสำเนา.
- โชติ เพชรชื่น. "แบบทดสอบสถานการณ์," การวัดผลการศึกษา. 2 : 7 - 16, 2526.
- ไชยยงค์ พรหมวงศ์. มิตี 3 นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษาหลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2526.
- คำรงค์ ศิริเจริญ. การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสนใจในวิชาที่เรียน อึดทนในภาพ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และความแปรปรวนของอัตราการเรียนรู้ (Mastery Learning) กับกลุ่มที่สอนโดยวิธีบรรยาย. ปรินญาณินท์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักสำเนา.
- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ม.ป.ป. อักสำเนา.
- ทัศนีย์ บุญเต็ม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วารสารวิทยาศาสตร์. 37(1) : 32 - 33 ; 2526.
- ทัศนีย์ พงษ์ชลธาร. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อักสำเนา.

- น้ำทิพย์ มากชู. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากวิธีสอนโดยการเสริมสร้างความรู้พื้นฐานระหว่างเรียน.
ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2526. อักสำเนา.
- นิตา สะเพียรชัย. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์," วารสาร สสท.
4 : 1 - 7 ; 2520.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักสำเนา.
- นิตยา ปานทิพย์. การทดลองสอนอ่านภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม
ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษาวิทยาเขต
บพิตรพิมุขมหาเมฆ กรุงเทพฯ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสำเนา.
- นิตยา ฤทธิ์โยธี. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. เอกสารเผยแพร่ความรู้ทาง
การสอนภาษาไทย หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2520.
- นิพนธ์ สุขปรกติ. โสภณศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แพร่วิทยา, 2518.
- ประสิทธิ์ สนั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อักสำเนา.
- ประภา ภูวน. การทดลองเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ข้อความจริงในวิชาวิทยาศาสตร์จาก
การใช้สื่อคอมพิวเตอร์ประกอบการสอน. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัย
วิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2514. อักสำเนา.

- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนา
ตำราและเอกสารวิชาการหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการศึกษาศึกษา, 2524. (เอกสาร
การนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233)
- ประยัต จิระวรพงศ์. หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
ศิลปาบรรณาการ, ม.ป.ป.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อักสำเนา.
- ปรีชา วงศ์ศิริ. "การสังเกตทางวิทยาศาสตร์," ข่าวสาร สสวท. 11(4) : 2 - 5 ;
กรกฎาคม 2526.
- เป็รื่อง กุฎ. การวิจัยสื่อและนวัตกรรมการสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2526. อักสำเนา.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
สงขลานครินทร์, 2523.
- พจน์ สะเพียรชัย. "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," พัฒนาการวัดผล.
10 : 49 - 51 ; มกราคม 2517.
- _____. "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," พัฒนาการวัดผล 10. 49 - 51 ;
มกราคม 2517.
- พรวณีย์ ภวภูตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการับรู้การเรียนการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในกรุงเทพมหานคร. ปรินทิพินันท์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2528. อักสำเนา.

- พรวิน ทูลเกษ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อัครสำเนา.
- พิทักษ์ รัชกุลเกษ. ความสำคัญของพฤติกรรมวิทยาศาสตร์ต่อการพัฒนาประเทศ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา, 2520.
- พิศาล สร้อยอุทรา. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2525.
- ไพโรจน์ เบาใจ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสุขศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยใช้สไลด์ประกอบเทปสอนด้วยวิธีต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516. อัครสำเนา.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท. 2525.
- มังกร ทองสุคี. โครงสร้างการศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2521.
- มันทนา จงสุขสันติกุล. ปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัครสำเนา.
- มานี จันทวิมล. "หลักสูตรวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา." ข่าวสาร สสว. 5 : 9 - 13 ; กรกฎาคม 2520.
- ขงยุทธ ยรรยงเมธ. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยมีการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมจากบทเรียนบททวน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัครสำเนา.

- ยุพิน พิพิธกุล. "ปัญหาเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนการสอน," ใน เอกสารประกอบการบรรยายการประชุมปฏิบัติการครุศึกษาศาสตร์ระดับประถม. หน้า 1 - 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. สิ่งพิมพ์.
- ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2528.
- ลัดดา สุขปรีดี. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอเคียนส์ไตร์, 2523.
- วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- วราวิทย์ วสันตสารการ. การสำรวจสภาพทางสังคมศึกษาในโรงเรียนรัฐบาลส่วนกลางปีการศึกษา 2510. ม.ป.ท. ม.ป.ป.
- วัลภา จิระวงศ์. การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำถามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานครและเขตการศึกษา 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.
- วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2522.
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2521.
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2517.

- วิทยา อุดมผล. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการทดลองสอนวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสไลด์เกี่ยวกับการอภิปรายและสาธิต.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2528. อักสำเนา.
- วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสำเนา.
- วิระยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์,
2521.
- ศิริอร ไข่มุกหิรัญ. การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการฝึกกระบวนการสังเกต
และแบบฝึกการแยกแยะ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2527. อักสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. เล่ม 3. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์คุรุสภา, 2529.
- _____. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. เล่ม 1. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์คุรุสภา, 2529.
- _____. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. เล่ม 2. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์คุรุสภา, 2529.
- _____. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. เล่ม 3. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์คุรุสภา, 2530.
- _____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : คุรุสภา, 2520.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารประกอบการสอนวิชา

วิทยาศาสตร์กายภาพ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้การประเมินผล. กรุงเทพฯ :

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2521.

_____. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2524.

สมจิต สวณไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

_____. สมรรถภาพการสอนของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2527.

สามัญศึกษา, กรม. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.

ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ หน่วยศึกษานิเทศก์, 2526.

สุมาลี กาญจนชาติ. การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ

11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์, 2525. อักสาเนา.

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

สุวิมล เขียวแก้ว. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ปัตตานี : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2527.

เสริมศรี เสวตามร และสาลี งามศิริ. "การวิเคราะห์สื่อแบบ INQUIRY,"

คุรุศาสตร์. ฉบับพิเศษ : 68 - 79 ; กรกฎาคม - สิงหาคม 2521.

เสรี กริมหา. "การเขียนภาพยนตร์และสไลด์," ส่งเสริมการเกษตร. 11(5) : 12 ;

มิถุนายน - กรกฎาคม 2521.

- แสงศิริ ศิริมงคล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียนทบทวนและควยครทบทวน. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสำเนา.
- อนันต์ จันทกรวี. "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้ปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี," วิชาการ. 7(2) : 3 - 10 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2525.
- อารี รังสินันท์. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ธนาการ, 2527.
- _____. รวบรวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
- อำนวย รุ่งรัมย์. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.
- อุทัย ชีวชนรักษ์. การเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูงของขบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเกมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อักสำเนา.
- American Association for the Avancement of Science. Science A Process Approach Commentary for Teacher. Washington D.C. : AAAS, 1970.
- Anderson, Austin. "The Effects of A Modular Biology Course on Attitude Toward Biology," Dissertation Abstracts International. 36(4) : 2119 - A ; October 1975.
- Atkin, Myron J. "A Study of Formulating and Suggesting Tests for Hypotheses in Elementary School Science Learning Experience," Science Education. 42(5) : 414 - 422.
- Bills, Frank Lynn. "Developing Creative Through Inquiry," Science Education. 60(3) : 417 - 421 ; July - September 1976.
- Bloom, Benjamins., Thomas J. Hashing and George F. Macams. Human Characteristics and School Learning. New York : McGraw - Hill Book Company, 1976.

- Butts, David. The teaching of Science A Self Directed Planning Guide. New York : Harper & Row, 1974.
- Cage, McDonald Dale. "A Comparison of the Use of Slide and Models to the Conventional Method of Introduction Descriptive Geometry Concepts," Dissertation Abstracts, 31 : 5168 - A ; 1971.
- Candless, McBoyd R. and Ellis P. Evans. Children and Youth Psychological Development. New York : Holt, 1978.
- Carter, Jack L. "The Authoritarian U.S. the Inquiry Approach," School Science and Mathematics. LXVIII (8) : 686 - 688 ; November 1968.
- Crowder, Gene Arnold. "Visual Slide and Assembly methods Compared with Conventional Method in Teaching Industrial Art," Dissertation Abstracts. 29 : 4034 - A ; 1969.
- Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39(7) : 4164 - A ; January 1976.
- De Cecco, John P. The Psychology of Learning and Instruction. New Jersey : Prentice - Hall, 1968.
- Fan, Chung - teh. Item Analysis Table. Princiton New Jersey : Educational Testing Service, 1952.
- Gerlach, Verson S. Teaching and Media : a Systematic. by Verson S. Gerlach and Donald P. Ely. Englewood Cliffs : Prentice - Hall, 1971.
- Good, Carter Victor. Dictionary of Education. New York : McGraw - Hill 1973.
- Guilford, J.P. Fundamental Statistise in Psychological and Education. McGraw - Hill Book Co., New York : 1950.
- Haress, J.H. "The Two meaning of Mathematics," A Hand of Programmed Learning. India, Anand Press ; no date : p.93 - 94.
- Klopfer, Leopard E. "Evaluation of Learning in Science," in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. p.559 - 642. New York : McGraw - Hill, 1971.
- Ladd, G.T. and A.O., Anderson. "Determining the Level of Inquiry in Teacher Question," Journal of Research in Science Teaching. 7(4) : 395 - 400, 1970.

- Laurie, David Rober. Jr. "A Study Comparing the Lecture Method and Tutorial (Slide - Tape) Method of Instruction for a Health Class Unit on Physical Fitness," Dissertation Abstracts. 35 : 7708 - A ; 1975.
- Maria, Carl J. "An Evaluation of the Effectiveness of the Use of Inquiry Instruction to Foster Creative in Intermediate Grade Student," Dissertation Abstracts. 42(02) : 642 - A ; August 1981.
- Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of three methods of Teaching A Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39(8) : 4848 - A ; February 1978.
- Riley, Joseph Phillip. "The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities Understanding of Science, Attitudes Toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts. 35 : 5152 - A ; February 1975.
- Roger, G.P. "Towards a theory of Creative," in Creativity. Harmonoworth, Pengu Books, 5 : 146 - 149 ; 1970.
- Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4 th ed. New York : John Wiley and Son, 1962.
- Sund, Robert B. and Leslie Trowbride. Student Centred Teaching in Secondary School. Columbus, Ohio, Charles E. Merrill, 1975.
- Torrance, E. Paul. Education and the Creative Potential. Minneapolis Press, 1963.
- Usaha, Sutep. "Analysis of knowledge levels of Questions appearing at the end of each Chapter of Science Textbook used in Thai lower secondary Schools," Dissertation Abstracts International. 49(07) : 2305 - A ; January 1983.
- Vanek, Eugenia Ann Popparad. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement and Attitudes," Dissertation Abstracts International. 35 : 1522 - A ; September 1974.
- Wong, William Harold. "An Experimental Comparision of the Effects of A Film Slide - Audio Tape and Printed Brochure on Factors Related to A Career in Industrial Arts Teaching," Dissertation Abstracts. 30 : 3299 - A ; 1975.

ภาคผนวก

ภาคผนวก
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 9 แสดงค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	P _H	P _L	P	r	ข้อที่	P _H	P _L	P	r
1	.89	.37	.65	.56	21	.96	.37	.71	.68
2	.85	.33	.60	.53	22	.89	.11	.50	.75
3	.56	.33	.44	.24	23	.67	.15	.40	.53
4	.89	.40	.67	.55	24	.92	.55	.76	.48
5	.89	.52	.72	.44	25	.88	.40	.66	.52
6	.74	.25	.49	.49	26	.92	.40	.70	.60
7	.70	.29	.49	.41	27	.48	.22	.35	.29
8	.67	.22	.44	.46	28	.67	.25	.46	.43
9	.89	.11	.50	.75	29	.81	.52	.67	.32
10	.85	.18	.52	.65	30	.77	.48	.63	.31
11	.67	.33	.50	.34	31	.85	.70	.44	.76
12	.96	.33	.69	.70	32	.92	.40	.70	.60
13	.78	.48	.64	.32	33	.67	.25	.46	.43
14	.67	.48	.58	.20	34	.85	.29	.58	.57
15	.89	.44	.68	.51	35	.81	.29	.56	.52
16	.56	.33	.44	.24	36	.93	.59	.78	.47
17	.78	.51	.65	.30	37	.44	.25	.34	.21
18	.96	.25	.65	.74	38	.40	.22	.31	.21
19	.62	.29	.45	.34	39	.92	.51	.74	.51
20	.44	.11	.26	.41	40	.78	.39	.59	.40

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	P_H	P_L	P	r	ข้อ	P_H	P_L	P	r
41	.88	.19	.55	.68	51	.52	.22	.36	.32
42	.78	.29	.54	.49	52	.78	.22	.50	.55
43	.74	.22	.48	.52	53	.92	.62	.79	.42
44	.89	.44	.68	.51	54	.89	.58	.75	.39
45	.92	.62	.79	.42	55	.78	.44	.62	.36
46	.78	.48	.64	.32	56	.37	.07	.20	.43
47	.88	.59	.75	.37	57	.81	.62	.72	.23
48	.96	.48	.76	.62	58	.85	.52	.70	.38
49	.48	.29	.38	.20	59	.70	.04	.32	.72
50	.78	.40	.60	.39	60	.85	.51	.69	.39

ตาราง 10 แสดงค่า p และ q ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.48	.52	.25	21	.70	.30	.21
2	.50	.50	.25	22	.46	.54	.25
3	.42	.58	.24	23	.52	.48	.25
4	.62	.38	.24	24	.76	.24	.18
5	.70	.30	.21	25	.58	.42	.24
6	.46	.54	.25	26	.58	.42	.24
7	.36	.64	.23	27	.40	.60	.24
8	.38	.62	.24	28	.64	.36	.23
9	.38	.62	.24	29	.58	.42	.26
10	.32	.68	.22	30	.58	.42	.26
11	.52	.48	.25	31	.72	.28	.20
12	.60	.40	.24	32	.86	.14	.12
13	.64	.36	.23	33	.52	.48	.25
14	.54	.46	.25	34	.64	.36	.23
15	.56	.44	.25	35	.60	.40	.24
16	.38	.62	.25	36	.84	.16	.13
17	.68	.32	.22	37	.54	.46	.25
18	.58	.42	.25	38	.34	.66	.22
19	.54	.46	.25	39	.78	.22	.17
20	.22	.78	.17	40	.76	.24	.19

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
41	.70	.30	.21	51	.34	.66	.22
42	.48	.52	.25	52	.20	.80	.16
43	.54	.46	.25	53	.86	.14	.12
44	.84	.16	.13	54	.76	.26	.19
45	.74	.26	.19	55	.68	.32	.22
46	.74	.26	.19	56	.14	.86	.12
47	.66	.34	.22	57	.82	.18	.15
48	.64	.36	.23	58	.64	.36	.23
49	.20	.80	.16	59	.42	.58	.24
50	.52	.48	.25	60	.52	.48	.25

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
1	50	2500	21	36	1296
2	45	2025	22	36	1296
3	47	2209	23	36	1296
4	45	2025	24	35	1225
5	47	2209	25	34	1156
6	43	1849	26	34	1156
7	48	2304	27	33	1089
8	42	1764	28	33	1089
9	39	1521	29	33	1089
10	42	1764	30	32	1024
11	44	1936	31	32	1024
12	44	1936	32	31	961
13	41	1681	33	30	900
14	45	2025	34	29	841
15	43	1849	35	29	841
16	40	1600	36	28	784
17	39	1521	37	27	729
18	38	1444	38	26	676
19	37	1369	39	26	676
20	37	1369	40	26	676

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
41	25	625	46	21	441
42	23	529	47	20	400
43	23	529	48	19	361
44	22	484	49	18	324
45	21	441	50	17	119

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต โดยใช้สูตร KR - 20 ของ
คูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$\sum pq = 13.09$$

$$\sum x = 1691$$

$$\sum x^2 = 60977$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } s_t^2 &= \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{50 \times 60977 - (1691)^2}{50(50-1)} \\ &= 77.2934 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right) \\ &= \frac{50}{50-1} \left(1 - \frac{13.09}{77.2934} \right) \\ &= .85 \end{aligned}$$

แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น 0.85

ตาราง 12 แสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่ กนท	1	2	3	P_i	ข้อที่ กนท	1	2	3	P_i
1	17	2	9	28	21	15	3	4	22
2	13	2	10	25	22	6	4	4	14
3	8	5	9	22	23	10	2	7	19
4	14	9	9	32	24	10	2	8	20
5	8	4	6	18	25	15	6	14	35
6	17	13	15	45	26	12	9	10	31
7	16	6	4	26	27	10	4	8	22
8	10	8	8	26	28	10	8	5	23
9	16	5	9	30	29	9	5	8	22
10	16	6	9	31	30	7	2	3	12
11	14	4	11	29	31	11	0	7	18
12	9	7	8	24	32	18	4	6	28
13	12	10	11	33	33	14	5	7	26
14	13	9	14	36	34	15	4	6	25
15	6	4	9	19	35	20	7	6	33
16	8	5	6	19	36	16	2	8	26
17	13	7	8	28	37	9	4	7	20
18	4	4	6	14	38	6	4	7	17
19	13	0	7	20	39	10	2	4	16
20	6	2	4	12	40	8	4	9	21

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ คณ	1	2	3	P_i	ข้อ คณ	1	2	3	P_i
41	14	4	6	24	46	6	2	3	11
42	14	0	2	16	47	8	2	4	14
43	6	4	6	16	48	7	4	7	18
44	15	9	9	33	49	7	8	11	26
45	7	2	7	16	50	19	4	9	32
					T.	567	232	374	1173

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

โดยใช้สูตรของ ฮอยท์ (Hoyt's ANOVA procedure)

$$SS_t = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{T_{\cdot}^2}{K_n}$$

$$= (17)^2 + (13)^2 + (8)^2 + \dots + (9)^2 - \frac{(1173)^2}{3 \times 50} = 2708.14$$

$$SS_K = \frac{\sum T_{\cdot i}^2}{n_i} - \frac{T_{\cdot}^2}{K_n}$$

$$= \frac{(567)^2 + (232)^2 + (374)^2}{50} - \frac{(1173)^2}{3 \times 50} = 1130.92$$

$$SS_P = \frac{\sum P_i^2}{K} - \frac{T^2}{K_n}$$

$$= \frac{(28)^2 + (25)^2 + (22)^2 + \dots + (32)^2}{3} - \frac{(1173)^2}{3 \times 150} = 870.14$$

$$SS_E = SS_t - SS_K - SS_P$$

$$= 2708.14 - 1130.92 - 870.14 = 707.08$$

$$MS_P = \frac{SS_P}{df_P} = \frac{870.14}{50 - 1} = \frac{870.14}{49} = 17.758$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{df_E} = \frac{707.08}{(50-1)(3-1)} = 7.215$$

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P} = 1 - \frac{7.215}{17.758} = 1 - 0.406$$

แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น .594

ภาคผนวก ข

- รายละเอียดของเนื้อหาและความรู้พื้นฐาน
- แผนการสอนของกลุ่มทดลอง
- ชุดสไลด์
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- คะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
และความเกิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 13 รายละเอียดของเนื้อหาและความรู้พื้นฐานในบทที่ 9 เรื่อง การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

เนื้อหา		ความรู้พื้นฐาน	
ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1. รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์ (1 คาบ)		การค้นพบเซลล์ไมคอร์กของโรเบิร์ต ฮุก	
2. ทำไมต้องมีการย่อยอาหาร (4 คาบ) 2.1 ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล (การทดลองที่ 9.1)	การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	อาหารที่ให้อาหารแก่ร่างกาย การทดสอบสารอาหารประเภทต่าง ๆ ในอาหาร (การทดลองที่ 8.1) สมบัติและขนาดโมเลกุลของอาหาร	การสังเกต การจำแนก การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
2.2 การเปลี่ยนขนาดของแป้ง (การทดลองที่ 9.2) น้ำตาลมีเอนไซม์ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล	การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ความหมายของเอนไซม์ การเผาผลาญอาหารของยีสต์ (การทดลองที่ 8.7)	การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา		ความรู้พื้นฐาน	
ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2.3 ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ (การทดลองที่ 9.3) - ชนิดและหน้าที่ของเอนไซม์	การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	เกณฑ์ในการตัดสินใจว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น (การทดลองที่ 7.4) อินดิเคเตอร์	การสังเกต การจำแนก การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
3. การย่อยและทางเดินอาหารของคน (1คาบ) - ความหมายของการย่อย - ระบบทางเดินอาหารและหน้าที่	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารและหน้าที่	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การจำแนก

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา		ความรู้พื้นฐาน	
ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การแพร่ของสาร (1 คาบ) (การทดลองที่ 9.4) - ความหมายของการแพร่ - หลักการแพร่ของสาร	การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	การแพร่ของเกลือโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต	การสังเกต การจำแนก การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
5. การลำเลียงในพืช (6 คาบ) 5.1 พืชลำเลียงน้ำและเกลือแร่ไปสู่ส่วนต่าง ๆ ทางพอลำเลียงน้ำ (การทดลองที่ 9.5) - ลักษณะท่อลำเลียงน้ำของพืชใบเลี้ยงคู่	การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นิยามเชิงปฏิบัติการ	สิ่งที่เป็นในการดำรงชีวิตของพืช ความสำคัญของแร่ธาตุที่มีต่อพืช (การทดลองที่ 8.4) ลักษณะและหน้าที่ของขนราก	การสังเกต การจำแนก การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา		ความรู้พื้นฐาน	
ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5.2 ส่วนของลำต้นที่ ลำเลียงน้ำ (การทดลองที่ 9.6) - ลักษณะท่อ ลำเลียงน้ำของ พืชใบเลี้ยงคู่และ ใบเลี้ยงเดี่ยว	การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุม ตัวแปร การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	ส่วนต่าง ๆ ของพืชและ หน้าที่ การลำเลียงน้ำและ เคลื่อนแร่ไปสู่ส่วนต่าง ๆ	การสังเกต การจำแนก การลงความคิดเห็น จากข้อมูล
5.3 การลำเลียงอาหาร พืชลำเลียงอาหาร ไปยังส่วนต่าง ๆ ทางท่อลำเลียง อาหารและส่วนใหญ่ จะเกิดในตอน กลางคืน			

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา		ความรู้พื้นฐาน	
ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5.4 การคายน้ำของพืช (การทดลองที่ 9.7) - การคายน้ำของพืชส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ใบ	การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง	การลำเลียงน้ำและอาหาร หน้าที่ของใบ	การสังเกต การจำแนก การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
5.5 การลำเลียงกาซ - การลำเลียงจากเซลล์ของพืชและแพร่ออกทางรูใบ			

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา		ความรู้พื้นฐาน	
ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. การลำเลียงในสัตว์ (6 คาบ) 6.1 การรับและคายก๊าซ 6.2 ปอดจำลอง (การทดลองที่ 9.8) - ลักษณะและหน้าที่ของปอด - ความสัมพันธ์และหน้าที่ของอวัยวะในระบบหายใจ	การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	อวัยวะที่ใช้และเปลี่ยนก๊าซของปลา ไส้เดือน เมล็ด สัตว์เซลล์เดียว และคน ลักษณะและหน้าที่ของปอด	การสังเกต การจำแนก การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ตาราง 13 (ต่อ)

เนื้อหา		ความรู้พื้นฐาน	
ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6.3 การหมุนเวียนของเลือด - หน้าที่ของเลือด 6.4 แบบจำลองการทำงานของหัวใจ (การทดลองที่ 9.9) - หลักการทำงานของหัวใจ	การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	ส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด หลอดเลือด ลักษณะและหน้าที่ของหัวใจ	การสังเกต การจำแนก การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
6.5 การเต้นของชีพจร (การทดลองที่ 9.10) - การตรวจวัดชีพจร	การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	พลังงานกับการดำรงชีวิต (ตารางที่ 8.7) หัวใจ หลอดเลือด	การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ตาราง 13 (ต่อ)

ผู้ ศึกษา		ความรู้พื้นฐาน	
ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวความรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. การลำเลียงของเสียออกจากเซลล์และขับถ่ายออกจากร่างกาย (1 คาบ) 7.1 การกำจัดของเสียทางไต 7.2 การกำจัดของเสียทางผิวหนัง	การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	การหายใจภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้พลังงาน น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ลักษณะและหน้าที่ของไต	การสังเกต การจำแนก การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

เรื่อง ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล
(ใช้กับชุดสไลด์ที่ 1)
คาบที่ 1-2

ความคิดรวบยอด

อาหารมีหลายประเภท ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ อาหารแต่ละประเภทมีสมบัติและขนาดของโมเลกุลแตกต่างกัน และขนาดโมเลกุลของอาหารมีผลต่อการลำเลียงผ่านเซลล์โมเลกุลของอาหารที่มีขนาดเล็กเท่านั้นที่สามารถผ่านเซลล์เมมเบรนได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และออกแบบการทดลองจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. ตรวจสอบแป้งด้วยสารละลายไอโอดีนได้
3. ตรวจสอบน้ำตาลด้วยสารละลายเบเนดิกต์ได้
4. ทดลองและสรุปได้ว่าโมเลกุลของแป้งมีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส และโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสสามารถผ่านเซลล์เมมเบรนได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์ไทย ชุดที่ 1

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์ที่ 1 แล้วปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 1) ในเอกสารหมายเลข 1 ที่ครูแจกให้ใช้เวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารหมายเลข 2 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมในขั้นทดลองต่อไป

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่องขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล ตามแนวสมมุติฐาน และการออกแบบการทดลองที่เสนอแนะไว้ในเอกสารหมายเลข 2

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุป
3. นำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อสรุปเดา มาตรวจสอบกับสมมุติฐาน
4. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมุติฐานได้ถูกต้อง มาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากผลการทดสอบพบว่าแป้งและน้ำตาลในน้ำหรือไม่
2. โมเลกุลของสารใดสามารถลอดผ่านกระดาษแก้วออกมาได้
3. นักเรียนคิดว่าแป้งหรือน้ำตาลมีขนาดของโมเลกุลใหญ่กว่ากัน เพราะเหตุใด
4. สมมุติฐานที่ตั้งจากการทดลองนี้คืออะไร
5. การทดลองนี้จะสรุปได้ว่าอย่างไร
6. ในการให้อาหารทางเส้นเลือดแดงใช้ เหตุใดแพทย์จึงใช้สารละลายกลูโคส

แต่ไม่ใช่น้ำแป้ง

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสไลด์ที่ 1 ประกอบด้วยสไลด์ใหม่ชุดที่ 1 กับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 1
2. เครื่องฉายสไลด์
3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่องขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติงานกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบฝึก

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

เรื่อง การเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแป้ง (ใช้กับชุดสไลด์ที่ 2) คาบที่ 3-4

ความคิดรวบยอด

การย่อยเป็นการเปลี่ยนโมเลกุลของอาหารที่มีขนาดใหญ่ให้มีโมเลกุลเล็กลง โดยใช้เอนไซม์ช่วยในการย่อย ในน้ำลายมีเอนไซม์ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ตั้งสมมุติฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. บอกความหมายของการย่อยได้
3. ทำการทดลองและสรุปได้ว่าน้ำลายมีเอนไซม์ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์เพป ชุดที่ 2

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์เพปชุดที่ 2 แล้วปฏิบัติตามกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 2) ในเอกสารหมายเลข 1 ที่ครูแจกให้ใช้เวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารหมายเลข 2 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมในขั้นทดลองต่อไป

ขั้นตอน

ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง การเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแข็ง ตามแนว
สมมุติฐานและการออกแบบการทดลองที่เสนอแนะไว้ในเอกสารหมายเลข 2

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุป
3. นำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อสรุปแล้วมาตรวจสอบกับสมมุติฐาน
4. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมุติฐานได้ถูกต้องแล้วมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. ตรวจพบสารอะไร ในน้ำภายนอกถุง
2. สารนั้นมาจากไหน เกิดขึ้นได้อย่างไร
3. สมมุติฐานที่ถูกต้องจากการทดลองนี้คืออะไร
4. การทดลองนี้จะสรุปได้ว่าอย่างไร
5. ในน้ำลายมีน้ำตาลอยู่หรือไม่ เราจะมีวิธีทดสอบอย่างไร
6. จากการเรียนเรื่องนี้ นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสไลด์ที่ 2 ประกอบด้วยสไลด์เทปชุดที่ 2 กับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 2
2. เครื่องฉายสไลด์
3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแข็ง

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติงานกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบฝึก

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

เรื่อง ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์
(ใช้กับชุดสไลด์ที่ 3)
คาบที่ 5-6

ความคิดรวบยอด

อะไมเลสเป็นเอนไซม์ในน้ำลาย จะทำงานได้ดีดังนี้

1. เมื่ออยู่ในสภาพที่เป็นกลาง
2. เมื่ออยู่ในสภาพที่เป็นกรดเล็กน้อย หรือเป็นเบสเล็กน้อย
3. เมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิของร่างกายประมาณ 37

องศาเซลเซียส

4. เนื้อที่ ที่เอนไซม์สัมผัสอาหารได้มาก

เอนไซม์ในน้ำลายจะถูกทำลายที่อุณหภูมิสูงประมาณ 100 องศาเซลเซียส มีความเป็นกรดหรือเป็นเบสสูงกว่าปกติ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้ นักเรียนสามารถ

1. ตั้งสมมุติฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

2. ใช้กระดาษลิตมัสตรวจสอบความเป็นกรด - เบสของเอนไซม์ในน้ำลายได้

3. ทดลองและสรุปได้ว่า เอนไซม์ในน้ำลายทำหน้าที่ได้ดีในภาวะที่เป็นกลาง

4. บอกได้ว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ในน้ำลายคือ อุณหภูมิของร่างกาย ประมาณ 37 องศาเซลเซียส

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์เพป ชุดที่ 3

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์เพปชุดที่ 3 แล้วปฏิบัติตามกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 3) ในเอกสารหมายเลข 1 ที่ครูแจกให้ใช้เวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารหมายเลข 2 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมในขั้นทดลองต่อไป

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ตามแนวสมมุติฐาน และการออกแบบการทดลองที่เสนอแนะไว้ในเอกสารหมายเลข 2

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุป
3. นำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อสรุปแล้วมาตรวจสอบกับสมมุติฐาน
4. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมุติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. น้ำลายมีสมบัติเป็นกรด หรือเป็นเบส
2. เอนไซม์ในน้ำลายทำงานได้ดีที่อุณหภูมิใด และจะถูกทำลายที่อุณหภูมิเช่นไร
3. ในภาวะที่เป็นกรด หรือเป็นเบส เอนไซม์ในน้ำลายทำหน้าที่ย่อยแป้งได้หรือไม่

หรือไม่ ทราบได้อย่างไร

4. สมมุติฐานที่ถูกต้องจากการทดลองนี้คืออะไร
5. การทดลองนี้จะสรุปได้ว่อย่างไร
6. จากการเรียนเรื่องนี้ นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสไลด์ที่ 3 ประกอบด้วยสไลด์เทปชุดที่ 3 กับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 3
2. เครื่องฉายสไลด์
3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่องภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติการและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบฝึก

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

เรื่อง การแพร่ของสาร
(ใช้กับชุดสไลด์ที่ 4)
คาบที่ 7-8

ความคิดรวบยอด

การแพร่เป็นการกระจายของโมเลกุลของสารจากที่มีจำนวนโมเลกุลของสารมากไปสู่ที่มีจำนวนโมเลกุลของสารน้อย เมื่อคิดต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรเท่ากันหรือจากที่มีความหนาแน่นโมเลกุลของสารมากไปสู่ที่มีความหนาแน่นโมเลกุลของสารน้อย การแพร่จะเกิดได้ทั้ง 3 สถานะ ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ

ออสโมซิส เป็นการแพร่ของสารที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลของสารมากไปสู่ที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลของสารน้อย การเคลื่อนที่ของสารอาหารต่าง ๆ จะเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ด้วยกระบวนการแพร่หรือการออสโมซิส

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ตั้งสมมุติฐานกำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. บอกได้ว่า โปเทสเชื่อมเปอร่มังกาเนตแพร่ไปในน้ำได้
3. บอกได้ว่า น้ำและสีแพร่ผ่านกระดาษแก้วได้
4. สามารถทดลองสรุปได้ว่าสารจะแพร่จากที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลของสารมากไปสู่ที่มีความหนาแน่นของโมเลกุลของสารน้อย
5. ใช้หลักการแพร่อธิบายเกี่ยวกับการดูดซึมของสารเข้าสู่เซลล์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์ที่ 4

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์ที่ 4 แล้วปฏิบัติตามกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 4) ในเอกสารหมายเลข 1 ที่ครูแจกให้ใช้เวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารหมายเลข 2 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมในขั้นทดลองต่อไป

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง การแพร่ของสาร ตามแนวสมมุติฐานและการออกแบบการทดลองที่เสนอแนะไว้ในเอกสารหมายเลข 2

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุป
3. นำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อสรุปแล้ว มาตรวจสอบกับสมมุติฐาน
4. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมุติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. สีของสารละลายส่วนล่างกับส่วนบนต่างกันอย่างไร
2. ในเวลา 10 นาที สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
3. ถ้าทิ้งสารละลายค้างคืน นักเรียนคิดว่าจะเป็นอย่างไร
4. ระดับของเหลวในหลอดแก้วเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

5. สมมุติฐานที่ถูกต้องของการทดลองนี้คืออะไร
6. การทดลองนี้จะสรุปได้ว่อย่างไร
7. ลูกโป่งสวรรค์ที่อัดก๊าซไฮโดรเจน เมื่อทิ้งไว้ค้างคืน ทำไมจึงแฟบลงและ

ไม่ลอยอีกต่อไป

8. การลำเลียงอาหารเข้าสู่เซลล์ใช้หลักการใด

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ชุดสไลด์ที่ 4 ประกอบด้วยสไลด์เทปชุดที่ 4 กับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 4
2. เครื่องฉายสไลด์
3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การแพร่ของสาร

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติงานกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบฝึก

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

เรื่อง พิษลำเลียงน้ำและเกลือแร่ไปสู่ส่วนต่าง ๆ
(ใช้กับชุดสไลด์ที่ 5)
คาบที่ 9-10

ความคิดรวบยอด

พิษลำเลียงน้ำและเกลือแร่โดยการแพร่เข้าไปทางรากสู่ลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและเกลือแร่คือท่อลำเลียงน้ำ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ตั้งสมมุติฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. ทำการทดลองเพื่อสรุปว่าน้ำและเกลือแร่แพร่เข้าไปทางรากสู่ลำต้น กิ่ง และใบ
3. สรุปได้ว่าพิษลำเลียงน้ำและเกลือแร่ทางท่อลำเลียงน้ำ

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์เพปชุดที่ 5

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์เพป ชุดที่ 5 แล้วปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 5) ในเอกสารหมายเลข 1 ที่ครูแจกให้ใช้เวลาประมาณ

20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารหมายเลข 2 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมในขั้นทดลองต่อไป

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง พืชลำเลียงน้ำและเกลือแร่ไปสู่ส่วนต่าง ๆ ตามแนวสมมุติฐานและการออกแบบการทดลองที่เสนอแนะไว้ในแบบ เอกสารหมายเลข 2

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนของนักเรียนออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและข้อสรุป
3. นำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อสรุปแล้วมาตรวจสอบกับสมมุติฐาน
4. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมุติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. หลังจากที่เราแช่พืชในหมึกแดงในเวลาต่าง ๆ กัน สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง
2. ลักษณะที่สังเกตได้จากรอยตัดลำต้นตามขวางและตามยาวอธิบายได้ว่าอย่างไร
3. น้ำสีแดงที่เราเข้าไปในพืชจากส่วนไหนไปส่วนไหน
4. สมมุติฐานที่ถูกต้องของการทดลองนี้คืออะไร
5. การทดลองนี้จะสรุปได้ว่าอย่างไร
6. จากการเรียนเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสไลด์ที่ 5 ประกอบด้วยสไลด์เทปชุดที่ 5 กับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 5

2. เครื่องฉายสไลด์

3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่องพืชลำเลียงน้ำและเกลือแร่ไปสู่

ส่วนต่าง ๆ

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติงานกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน

2. ตรวจสอบการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบฝึก

3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ให้

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
เรื่อง ส่วนของลำต้นที่ลำเลียงน้ำ
(ใช้กับชุดสไลด์ที่ 6)
คาบที่ 11 - 12

ความคิดรวบยอด

ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ประเภทไม้เนื้อแข็ง แบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนเปลือก และส่วนที่เป็นเนื้อไม้หรือแกนใน ส่วนที่เป็นเปลือกทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร ส่วนที่เป็นเนื้อไม้ (แกนใน) ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายพื้นฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. บอกได้ว่าส่วนใดของลำต้นเป็นเปลือกและส่วนใดเป็นแกนใน
3. ทำการทดลองและสรุปได้ว่าส่วนที่เป็นเนื้อไม้หรือแกนในของลำต้นทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ
4. บอกได้ว่าส่วนใดของลำต้นที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร
5. นำความรู้ที่ได้จากส่วนของลำต้นที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและลำเลียงอาหารไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์เฟสที่ 6

ชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์ที่ 6 แล้วปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 6) ในเอกสารหมายเลข 1 ที่ครูแจกให้ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารหมายเลข 2 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมในชั้นทดลองต่อไป

ชั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง ส่วนของลำต้นที่ลำเลียงน้ำตามแนวสมมุติฐานและการออกแบบการทดลองตามที่เสนอแนะไว้ในเอกสารหมายเลข 2

ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุป
3. นำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อสรุปแล้ว มาตรวจสอบกับสมมุติฐาน
4. นำผลการทดลองที่ผู้สมมุติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงส่วนของลำต้นที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร
6. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ประจำวัน

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. ระดับน้ำในขวดทั้งสองเปลี่ยนแปลงต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. การทาสีบนทั้งสองครั้ง กิ่งใดที่ทาปิดแกนใน และกิ่งใดที่ปิดเปลือกนอก
3. จากการสังเกต ใบของกิ่งทั้งสองมีลักษณะต่างกันอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
4. สมมุติฐานที่ถูกต้องจากการทดลองนี้คืออะไร
5. นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่าส่วนใดของกิ่งไม้ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ

6. ทราบหรือไม่ว่าส่วนของลำต้นที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารคือส่วนใด
7. นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับจากการเรียนเรื่องนี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ได้อย่างไรบ้าง

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสไลด์ที่ 6 ประกอบด้วยสไลด์เพปชุดที่ 6 กับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 6
2. เครื่องฉายสไลด์
3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่อง ส่วนของลำต้นที่ลำเลียงน้ำ
4. แผนภาพแสดงส่วนของลำต้นที่ลำเลียงน้ำและลำเลียงอาหาร

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติงานกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบฝึก

แผนการสังเกตทดลอง

เรื่อง พืชคายน้ำหรือไม่
(ใช้กับชุดสไลด์ที่ 7)

คาบที่ 13-14

ความคิดรวบยอด

การคายน้ำของพืชเป็นการขับถ่ายน้ำออกสู่ภายนอกซึ่งมีส่วนช่วยในการลำเลียงน้ำ โดยทำให้เกิดแรงดึงน้ำจากส่วนล่างขึ้นมาสู่ส่วนบนเป็นสายน้ำเล็ก ๆ การคายน้ำช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวใบ และการคายน้ำจะเกิดขึ้นที่ใบเป็นส่วนใหญ่ พืชจะคายน้ำได้มากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายพื้นฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. ทำการทดลองและสรุปได้ว่า พืชคายน้ำที่ใบเป็นส่วนใหญ่
3. อธิบายได้ว่าการคายน้ำทำให้เกิดแรงดึงในท่อลำเลียงน้ำซึ่งช่วยในการลำเลียงน้ำ
4. บอกประโยชน์ของการคายน้ำได้
5. นำความรู้ที่ได้จากการคายน้ำของพืช ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์ที่ 7 ชุดที่ 7

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์เพชชุดที่ 7 แล้วปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 7) ในเอกสารหมายเลข 1 ที่ครูแจกให้ใช้เวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารหมายเลข 2 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมในขั้นทดลองต่อไป

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง พืชคายน้ำหรือไม่ ตามแนวสมมุติฐาน และการออกแบบการทดลองที่เสนอแนะไว้ในเอกสารหมายเลข 2

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุป
3. นำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อสรุปแล้วมาตรวจสอบกับสมมุติฐาน
4. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมุติฐานได้ถูกต้อง มาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. มีอะไรเกิดขึ้นในถุงพลาสติกทั้งสองใบ และแตกต่างกันอย่างไร
2. จากการเปรียบเทียบนี้ส่วนใดของพืชที่คายน้ำได้
3. สมมุติฐานที่ถูกต้องของการทดลองนี้คืออะไร
4. การทดลองนี้จะสรุปได้ว่อย่างไร
5. จากการเรียนเรื่องนี้ไปแล้ว สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสไลด์ที่ 7 ประกอบด้วยสไลด์เพชชุดที่ 7 กับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 7

2. เครื่องฉายสไลด์
3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่อง พืชคายน้ำหรือไม่

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติงานกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบฝึก

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

เรื่อง การรับ-การคายก๊าซและปอดจำลอง
(ใช้กับชุดสไลด์ที่ 8)
คาบที่ 15-16

ความคาดหวัง

อวัยวะสำหรับการหายใจของสัตว์แต่ละพวกจะแตกต่างกัน
สัตว์เซลล์เดียวและไส้เดือนดิน ไม่มีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจก๊าซจะผ่านเข้า
และออกจากเซลล์ทางเยื่อหุ้มเซลล์
แมลงใช้ทอลมในการหายใจ
ปลา กุ้ง หมีก ปู ใช้เหงือกในการหายใจ
คน ใช้ปอดช่วยในการหายใจ การเคลื่อนที่ของอากาศ (การหายใจเข้าออก)
เข้าออกจากปอดเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความดันอากาศภายในปอด โดยการทำงาน
ประสานกันของกะบังลม และกล้ามเนื้อซี่โครง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกอวัยวะที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ต่าง ๆ
2. ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้
3. อธิบายการทำงานของกะบังลมและกระดูกซี่โครง ในจังหวะการหายใจเข้าออกได้
4. ทำการทดลองและสรุปได้ว่า การเคลื่อนที่ของอากาศเข้าออกจากปอด เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความดันภายในปอด
5. นำความรู้ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของอากาศภายในปอดไปใช้ในสถานการณ์พบในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่เรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์เพป ชุดที่ 8

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์เพป ชุดที่ 8 แล้วปฏิบัติตามกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 8) ในเอกสารหมายเลข 1 ที่ครูแจกให้ใช้เวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารหมายเลข 2 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมในขั้นทดลองต่อไป

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง การรับ-การคายก๊าซและปอดจำลอง ตามแนวสมมุติฐานและการออกแบบการทดลองที่เสนอแนะไว้ในเอกสารหมายเลข 2

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุป
3. นำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อสรุปแล้วมาตรวจสอบกับสมมุติฐาน
4. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมุติฐานได้ถูกต้อง มาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อถึงแผนผังลง ปริมาตรของอากาศภายในกล่องเพิ่มขึ้นหรือลดลง และความดันเปลี่ยนไปอย่างไร
2. เมื่อถึงแผนผังขึ้น ปริมาตรของอากาศภายในกล่องเพิ่มขึ้นหรือลดลง และความดันเปลี่ยนไปอย่างไร

3. การเปลี่ยนความดันภายในกลองมีผลต่อลูกโป่งอย่างไรเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
4. ถ้าเอาน้ำอุคปากหลอดแก้ว แล้วดึงแผ่นยางลง ลูกโป่งจะมีการเปลี่ยนแปลง

อย่างไร

5. สมมุติฐานที่ถูกต้องของการทดลองนี้คืออะไร
6. การทดลองนี้จะสรุปได้ว่อย่างไร
7. ถ้านักเรียนไปพบคนจมน้ำจะใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความดันภายในปอดไปช่วย

อย่างไร

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสไลด์ที่ 8 ประกอบด้วยสไลด์เพปชุดที่ 8 กับแบบฝึกหัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 8
2. เครื่องฉายสไลด์
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การรับ-การคายก๊าซและปอดจำลอง

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบฝึก
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัด

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

เรื่อง การทำงานของหัวใจ (ใช้กับชุดสไลด์ที่ 9) คาบที่ 17-18

ความคิดรวบยอด

เลือดทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร ออกซิเจน สารต่าง ๆ ให้กับเซลล์รวมทั้งลำเลียงคาร์บอนไดออกไซด์และของเสียออกจากร่างกายโดยมีหัวใจทำหน้าที่สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทางหลอดเลือด หลอดเลือดแบ่งออกเป็น 3 พวก ได้แก่ หลอดเลือดออกจากหัวใจ (หลอดเลือดแดง) หลอดเลือดเข้าสู่หัวใจ (หลอดเลือดดำ) และหลอดเลือดฝอย หัวใจและหลอดเลือดค้ำมีลิ้นกั้นเลือดจะไหลไปทางเดียวกันตลอด

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าหัวใจทำหน้าที่สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
2. ตั้งสมมุติฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
3. บอกได้ว่า ลิ้นหัวใจและลิ้นในหลอดเลือดค้ำมีหน้าที่ป้องกันไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ
4. ทำการทดลองและอธิบายการทำงานของหัวใจได้
5. สรุปได้ว่าเลือดไหลไปทางเดียวกันตลอด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์เพป ชุดที่ 9

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์เพปชุดที่ 9 แล้วปฏิบัติตามกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 9) ในเอกสารหมายเลข 1 ที่ครูแจกให้ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารหมายเลข 2 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมในขั้นทดลองต่อไป

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง แบบจำลองการทำงานของหัวใจ ตามแนวสมมุติฐานและออกแบบการทดลองที่เสนอแนะไว้ในเอกสารหมายเลข 2

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุป
3. นำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อสรุปแล้ว มาตรวจสอบกับสมมุติฐาน
4. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สมมุติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อบีบตรงที่บีบ ก ล้น ง และ จ ปิดหรือเปิด เมื่อคลายที่บีบ ก ล้น ง และ จ

เป็นอย่างไร

2. ของเหลวในสายหลอดเคลื่อนที่เข้าและออกทางลิ้นใด
3. การเคลื่อนที่ของของเหลวเคลื่อนที่ไปทางเดียวกันตลอดหรือไม่

4. สมมุติฐานที่ถูกต้องของการทดลองนี้คืออะไร
5. การทดลองนี้จะสรุปได้ว่อย่างไร
6. จากการเรียนเรื่องนี้ นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสไลด์ที่ 9 ประกอบด้วยสไลด์เทปชุดที่ 9 กับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 9
2. เครื่องฉายสไลด์
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง แบบจำลองการทำงานของหัวใจ

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติการกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบฝึก

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

เรื่อง การเต้นของชีพจร การลำเลียงของเสียออกจากเซลล์
และขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย
(ใช้กับชุดสไลด์ที่ 10)
คาบที่ 19-20

ความคาดหวังนอก

จังหวะการบีบตัวและคลายตัวของหัวใจ สัมผัสได้จากการเต้นของชีพจร การเต้นของชีพจรโดยปกติเฉลี่ย 72 ครั้งต่อนาที แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ เพศ อิริยาบถ โรคภัยไข้เจ็บ

ของเสียที่เกิดขึ้นในร่างกาย ได้แก่ อุจจาระ น้ำปัสสาวะ เหงื่อ คาร์บอนไดออกไซด์ ไอ้ น้ำ รวมทั้งสารที่เป็นพิษต่อร่างกาย และสารที่เป็นประโยชน์ซึ่งมีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการร่างกายของคนกำจัดของเสีย ทางลำไส้ใหญ่ ทางไต ทางปอด และทางผิวหนัง

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ตั้งสมมุติฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. ทำตามแผนและวัดอัตราการเต้นของชีพจรได้
3. บอกได้ว่าขณะที่ออกกำลังกายหัวใจเต้นเร็วกว่าสภาพปกติ และลงหายใจออกมีคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า
4. ทดสอบคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจออก เมื่อร่างกายอยู่ในสภาพปกติและหลังออกกำลังกายเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง

5. บอกได้ว่า ของเสียที่เกิดขึ้นในร่างกายมีอะไรบ้าง
6. บอกได้ว่าร่างกายมีวิธกำจัดของเสียต่าง ๆ ทางใดบ้าง
7. นำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน ตอนที่ 1

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานจากสไลด์เพป ชุดที่ 10

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

นักเรียนศึกษาสถานการณ์จากสไลด์เพป ชุดที่ 10 แล้วปฏิบัติตามกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ชุดที่ 10) ในเอกสารหมายเลข 1 ที่ครูแจกให้ใช้เวลาประมาณ 20 นาที จากนั้นครูแจกเอกสารหมายเลข 2 อันเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของแบบฝึกนี้ และครูกับนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมในขั้นทดลองต่อไป

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลองเรื่อง การเต้นของชีพจร ตามแนวสัมมุติฐานและการออกแบบการทดลองตามที่เสนอแนะไว้ในเอกสารหมายเลข 2

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและลงข้อสรุป
3. นำผลการทดลองที่ได้เป็นข้อสรุปแล้ว มาตรวจสอบกับสัมมุติฐาน
4. นำผลการทดลองที่พิสูจน์สัมมุติฐานได้ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. ในสภาพปกติการเต้นของชีพจรในทุกคนเท่ากันหรือไม่
2. การเต้นของชีพจรของหญิงและชายเท่ากันหรือไม่อย่างไร
3. เมื่ออยู่ในสภาพปกติกับเมื่อออกกำลังกายหัวใจเต้นเร็วเท่ากันหรือไม่ทราบได้อย่างไร
4. ก่อนและหลังออกกำลังกาย ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจออกต่างกันอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
5. สมมุติฐานที่ถูกต้องของการทดลองนี้คืออะไร
6. การทดลองนี้จะสรุปได้ว่อย่างไร
7. จากการเรียนเรื่องนี้ นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

ตอนที่ 2

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งเกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกายและวิธีกำจัดของเสียออกจากร่างกาย

ขั้นทดลอง

1. นักเรียนศึกษาส่วนประกอบของไต กระเพาะปัสสาวะ และผิวหนังจากรูปภาพ
2. ศึกษาตารางแสดงปริมาณของสารต่าง ๆ ในน้ำปัสสาวะ

ข้ออภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของอวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสีย ประโยชน์ของการกำจัดของเสีย และร่วมกันอภิปรายเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้

คำถามหลังการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. ของเสียที่เกิดขึ้นในร่างกายมีอะไรบ้าง
2. เราสามารถกำจัดของเสียออกจากร่างกายทางใดบ้าง
3. ใดทำหน้าที่กำจัดของเสียพวกใด
4. น้ำปัสสาวะที่มีน้ำตาลมากผิดปกติเป็นอาการของโรคอะไร
5. นักเรียนคิดว่า การดูดซึมน้ำและสารต่าง ๆ กลับคืนที่หน่วยไตนั้นมีความจำเป็นหรือไม่เพราะเหตุใด
6. จากรูป แสดงการกำจัดของเสียทางผิวหนัง นักเรียนจะอธิบายวิธีกำจัดของเสียออกจากผิวหนังได้อย่างไร
7. การกำจัดของเสียมีประโยชน์อย่างไร

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ชุดสไลด์ที่ 10 ประกอบด้วย สไลด์เพปซุสที่ 10 กับแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 10
2. เครื่องฉายสไลด์
3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การเต้นของชีพจร
4. รูปภาพแสดงส่วนประกอบของไต กระเพาะปัสสาวะ ผิวหนัง และตารางแสดงปริมาณสารในน้ำปัสสาวะ

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติงานกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบฝึก

คำชี้แจง

ชุดสไลด์นี้แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สไลด์ไทย

1. ให้นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์จากสไลด์ไทย นักเรียนควรตั้งใจศึกษาเพื่อจะได้มีความรู้สำหรับใช้ในการเรียนขั้นต่อไป
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสไลด์ไทย เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึก

ตอนที่ 2 แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการตั้งสมมุติฐาน การกำหนดตัวแปร การออกแบบการทดลอง แบ่งออกเป็น

เอกสารหมายเลข 1 กับ เอกสารหมายเลข 2

ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาและพิจารณาปัญหาจากสถานการณ์ในสไลด์ไทย แล้วคิดหาเหตุผลที่เป็นไปได้จากปัญหานั้น

2. นำเหตุผลนั้น ๆ มาเขียนเป็นสมมุติฐาน
3. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม จากสมมุติฐานที่ตั้งไว้
4. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานนั้น ๆ

เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 แล้ว ให้นักเรียนมารับเอกสารหมายเลข 2 เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้เปรียบเทียบกับแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับ สมมุติฐาน การกำหนดตัวแปร และการออกแบบการทดลอง

ชุดสไลด์ที่ 1

เรื่อง ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
1 ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล	(คนตรี)
2 ภาพแสดงอาหารหลัก 5 หมู่	นักเรียนเคยศึกษาเกี่ยวกับเรื่องอาหารมาแล้ว - ทราบไหมว่า อาหารมีกี่ประเภท ไค้แก่ อะไรบ้าง (คนตรี) อาหารมีหลายประเภท ไค้แก่ คาร์โบไฮเดรท โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ อาหารแต่ละประเภทให้ประโยชน์แตกต่างกัน - ต้องการทดสอบสารอาหารแต่ละประเภท นักเรียนจะมีวิธีการทดสอบอย่างไร นักเรียนได้ทำการทดสอบมาแล้ว จาก การทดลองที่ 8.1 และเพื่อให้เข้าใจยิ่งขึ้น เรา มาทบทวนความรู้เรื่อง การทดสอบสารอาหาร ประเภทต่าง ๆ กันดังต่อไปนี้ (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บรรยาย
3 นักเรียนกำลังทดสอบโซ่ขาวและน้ำมัน	โซ่ขาวและน้ำมันเป็นสารอาหารประเภทโปรตีน - เราใช้สารใดทดสอบ (คนตรี) ทดสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีนซึ่งมีสีน้ำเงิน ใส่ลงไป 2-3 หยด ในโซ่ขาวและน้ำมันแล้วเขย่า - นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (คนตรี)
4 ผลการทดสอบโซ่ขาวและน้ำมันกับสารละลายไอโอดีน	จากภาพ นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง (คนตรี 2 วินาที) จะเห็นว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง ซึ่งแสดงว่าโซ่ขาวและน้ำมันเป็นสารอาหารประเภทโปรตีน - ถ้านักเรียนต้องการทราบว่า อาหารชนิดใดมีโปรตีนหรือไม่จะทำอย่างไร (คนตรี 3 วินาที)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
5 นักเรียนกำลังทดสอบสารอาหารประเภทต่าง ๆ	นำสารอาหารมาทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรต ถ้าเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง แสดงว่าสารอาหารนั้นเป็นอาหารประเภทโปรตีน (คนตรี 3 วินาที)
6 นักเรียนกำลังทดสอบน้ำมันพืชกับแผ่นกระดาษ	น้ำมันพืชเป็นสารอาหารประเภทไขมัน - เราทดสอบได้อย่างไร ทำการทดสอบโดยหยคน้ำมันพืชลงบนกระดาษ - นักเรียนคิดว่า จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (คนตรี 3 วินาที)
7 ผลที่ได้จากการทดสอบน้ำมันพืชกับแผ่นกระดาษ	จากภาพ นักเรียนจะเห็นว่ากระดาษทรงที่ถูกน้ำมันมะพร้าวไปรังแสง ดังนั้นเมื่อต้องการทดสอบอาหารประเภทไขมันวิธีหนึ่งก็คือ หยดสารที่ต้องการทดสอบ หรือใช้ดูกับกระดาษกระดาษจะโปร่งแสง (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
8 น้ำแป้งและผลการทดสอบน้ำแป้งด้วย สารละลายไอโอดีน	แป้งและน้ำตาลกลูโคสเป็นสารประเภท คาร์โบไฮเดรต - นักเรียนทราบไหมว่าใช้สารใดทดสอบ (คนตรี) แป้งทดสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน หยดลงไป 2-3 หยด ถึงหลอด ก ผลการทดสอบ ปรากฏถึงหลอด ข - นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไร บ้าง (คนตรี) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อสารละลาย ไอโอดีนทำปฏิกิริยากับแป้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน เข้ม ซึ่งแสดงว่าสารอาหารพวกแป้งสามารถ ทดสอบได้ด้วยสารละลายไอโอดีน (คนตรี)
9 ผลการทดสอบอาหาร 3 ชนิด ด้วย สารละลายไอโอดีนและสารละลาย ไบยูเรต	นักเรียนคนหนึ่งทำการทดสอบสารอาหาร 3 ชนิด ด้วยสารละลายไอโอดีน สารละลายไบยูเรต ผลปรากฏ ถึงภาพ - นักเรียนคิดว่าสารอาหารในภาชนะใดเป็นแป้ง เพราะเหตุใด และนักเรียนคิดว่าสารอาหาร ในภาชนะใดเป็นโปรตีน เพราะเหตุใด (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
	สารอาหารในภาชนะที่ 1 เป็นแป้ง เพราะมีสีน้ำเงิน เนื่องจากสารละลายไอโอดีนทำปฏิกิริยากับแป้งและสารอาหารในภาชนะที่ 2 เป็นโปรตีน เพราะเป็นสีม่วง เนื่องจากสารละลายไบยูเรตทำปฏิกิริยากับโปรตีน (คนตรี)
10 น้ำตาลกลูโคสและผลการทดสอบน้ำตาลกลูโคสด้วยสารละลายเบเนดิกต์	น้ำตาลกลูโคสทดสอบได้โดยหยดสารละลายเบเนดิกต์ แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลแดง ดังภาพ - ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าอาหารชนิดใดมีกลูโคสหรือไม่จะทำอย่างไร (คนตรี)
11 ภาพแสดงผลการทดสอบน้ำมันถั่วเหลือง มันเทศ น้ำมันพืช และไวตามิล ด้วยสารละลายไอโอดีนไบยูเรต และกระดาษ	ในการทดสอบน้ำมันถั่วเหลือง มันเทศ น้ำมันพืช กล้วย ไวตามิล ด้วยสารละลายไบยูเรต สารละลายไอโอดีน และกระดาษ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บันทึกผลการทดลอง - ถ้าเราจะสร้างตารางบันทึกข้อมูล เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการพิจารณานักเรียนคิดว่าลักษณะตารางควรเป็นแบบใด มีช่องอะไรตรงไหนบ้าง (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
12 ภาพตัวอย่างตารางบันทึกผลข้อมูลที่ถูกต้องและเข้าใจง่าย	เมื่อนักเรียนโคลงสร้างตารางแล้ว คราวนี้ลองมาพิจารณาการสร้างตาราง ซึ่งพิจารณาแล้วว่าเป็นตารางที่ดูแล้วเข้าใจง่าย (คนตรี)
13 ผลการทดสอบอาหารชนิดต่าง ๆ	ผลจากการทดสอบอาหารปรากฏทั้งรูป ให้นักเรียนจัดอาหารแต่ละชนิดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน - นักเรียนจะจัดโคก็กลุ่ม และใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่ม (คนตรี)
14 ภาพแสดงการจำแนกอาหารโค 3 กลุ่ม โดยใช้สีเป็นเกณฑ์	นักเรียนอาจจัดได้ 3 กลุ่ม โดยใช้สีเป็นเกณฑ์ทั้งรูป กลุ่มที่ 1 โคแก่ น้ำนมถั่วเหลือง ไข่ต้ม กลุ่มที่ 2 โคแก่ มันเทศ ถั่วเขียว กลุ่มที่ 3 โคแก่ น้ำมันพืช มันหมู (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
15 การคุ้นเคยกับสิ่ง	จากการทดสอบอาหารประเภทต่าง ๆ นั้น แต่ละประเภทให้ผลการทดสอบกับสารอาหารแต่ละชนิดแตกต่างกัน ซึ่งเราสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของสาร เช่น สี ตะกอน สิ่งเหล่านี้ เป็นสมบัติอย่างหนึ่งของสารอาหาร - นอกจากสมบัติดังกล่าวนี้ นักเรียนคิดว่าอาหารเหล่านี้มีอะไรแตกต่างกันอีกบ้าง (คนตรี)
16 แป้งมัน, ข้าว, มันเทศ, เผือก น้ำตาลทราย, น้ำตาลกลูโคส, น้ำหวาน	อาหารแต่ละประเภทยังมีขนาดโมเลกุลแตกต่างกัน เช่น แป้งเป็นสารอาหารประเภทเดียวกันกับน้ำตาล เช่น แป้ง และน้ำตาล ต่างก็เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน แต่ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาลมีขนาดแตกต่างกันด้วย (คนตรี)
17 ภาพแสดงการหยดสาร A และสาร B ลงบนเซลล์ของสัตว์ชนิดหนึ่ง	จากภาพ มีนักวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งได้ทำการทดลองนำสาร 2 ชนิด คือสาร A มีสีน้ำเงิน และสาร B มีสีแดงจำนวนเท่ากัน หยดลงบนเซลล์ของสัตว์ชนิดเดียวกัน หิ้งไว้ประมาณ 30 นาที แล้วนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
18 ผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการหยดสาร A และ B ลงบนเซลล์	ผลการเปลี่ยนแปลงปรากฏถึงภาพ นักเรียนสงสัยว่าทำไมสาร A สามารถซึมผ่านเซลล์ได้ แต่สาร B ไม่สามารถซึมผ่านเซลล์ได้ จากปัญหาที่สงสัยนี้อาจตอบได้ว่า เนื่องจากขนาดโมเลกุลของสาร A เล็กพอที่จะซึมผ่านเซลล์ได้ แต่ขนาดโมเลกุลของสาร B ใหญ่จึงไม่สามารถซึมผ่านเซลล์ได้ (คนตรี)
19 น้ำตาล แป้ง	จากสถานการณ์ดังกล่าวถ้าเปลี่ยนสารทั้งสองเป็นแป้งและน้ำตาลกลูโคสแล้วทำการทดลองเช่นเดียวกัน นักเรียนสงสัยอะไรบ้าง (คนตรี) คงมีนักเรียนบางคนสงสัยเกี่ยวกับปัญหาที่ว่า "ระหว่างโมเลกุลของแป้งและน้ำตาลกลูโคส โมเลกุลของสารใดจะสามารถผ่านเซลล์ได้" จากปัญหานี้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกชุดที่ 1 ต่อไป (คนตรี)

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 1

เรื่อง ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล

ควรใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1. ชั้นคิดหาคำตอบ

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ จากปัญหาในสถานการณ์ แล้วเขียนคำตอบให้มากที่สุด

1.
2.
3.

ฯลฯ

2. ชั้นตั้งสมมติฐาน

ให้นักเรียนนำเหตุผลในขั้นที่ 1 ว่ามีข้อความใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลองมาเขียนเป็นสมมติฐานให้อยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว"

1.
2.
3.

ฯลฯ

3. ชั้นกำหนดตัวแปร

จากสมมุติฐานในชั้นที่ 2 ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) และ
ตัวแปรตาม (ตัวแปรที่เป็นผลจากสาเหตุ)

1.
2.
3.

ฯลฯ

4. ชั้นออกแบบการทดลอง

เมื่อตั้งสมมุติฐานได้แล้วจำเป็นต้องตรวจสอบว่าเป็นไปได้หรือไม่ ให้นักเรียนออกแบบ
การทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ตามรายการต่อไปนี้

- | | |
|---|----------------------|
| 1. น้ำแข็งสูก | 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 2. สารละลายกลูโคส | 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 3. สารละลายไอโอดีน | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. สารละลายเบเนดิกต์ | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 5. กระดาษแก้ว | 1 แผ่น |
| 6. กระป๋องนม | 1 ใบ |
| 7. กล้องพลาสติก | 2 ใบ |
| 8. หลอดทดลองขนาดกลาง | 2 หลอด |
| 9. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด | 1 ชุด |
| 10. หลอดฉีดยา | 1 หลอด |

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์การทดลองได้อีกหากนักเรียนจำเป็นต้องใช้)

[illegible]

เอกสารหมายเลข 2

นักเรียนลงปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 แล้วจึงมาลองดูแนวคำตอบว่า
ตรงกับแนวคิดของนักเรียนหรือไม่

คำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือใกล้เคียงดังนี้

1. โมเลกุลของน้ำตาลสามารถผ่านเซลล์ได้ แต่โมเลกุลของแป้งไม่สามารถผ่าน
เซลล์ได้
2. โมเลกุลของแป้งสามารถผ่านเซลล์ได้ แต่โมเลกุลของน้ำตาลไม่สามารถผ่านเซลล์
ได้
3. ทั้งโมเลกุลของแป้งและน้ำตาลสามารถผ่านเซลล์ได้
4. ทั้งโมเลกุลของแป้งและน้ำตาลไม่สามารถผ่านเซลล์ได้

ฯลฯ

สมมุติฐาน นักเรียนควรนำเอาคำตอบหรือเหตุผลที่เป็นไปได้ มาเขียนสมมุติฐานได้ดังนี้

1. ถ้าขนาดโมเลกุลของน้ำตาลเล็กกว่าแป้งแล้วโมเลกุลของน้ำตาลสามารถผ่าน
เซลล์ได้
2. ถ้าขนาดโมเลกุลของแป้งเล็กกว่าน้ำตาลแล้วโมเลกุลของแป้งสามารถผ่าน
เซลล์ได้
3. ถ้าโมเลกุลของแป้งและน้ำตาลมีขนาดใหญ่แล้วไม่สามารถผ่านเซลล์ได้
4. ถ้าโมเลกุลของแป้งและน้ำตาลมีขนาดเล็กแล้วสามารถผ่านเซลล์ได้

ฯลฯ

สมมุติฐานที่นักเรียนเขียนจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้น ต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบ
เสียก่อน เช่น จากสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าขนาดโมเลกุลของน้ำตาลเล็กกว่าแป้งแล้วโมเลกุลของ
น้ำตาลสามารถผ่านเซลล์ได้"

การกำหนดตัวแปร นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม จากสมมุติฐานต่อไปนี้

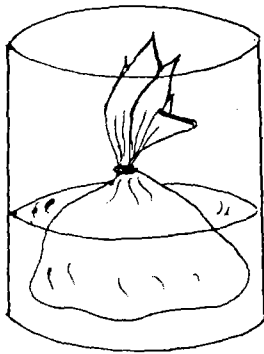
1. ตัวแปรต้น ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล ตัวแปรตาม ความสามารถในการผ่านเซลล์
2. ตัวแปรต้น ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล ตัวแปรตาม ความสามารถในการผ่านเซลล์
3. ตัวแปรต้น ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล ตัวแปรตาม ความสามารถในการผ่านเซลล์
4. ตัวแปรต้น ขนาดโมเลกุลของแป้งและน้ำตาล ตัวแปรตาม ความสามารถในการผ่านเซลล์

ออกแบบการทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงสมมุติฐาน และการกำหนดตัวแปร

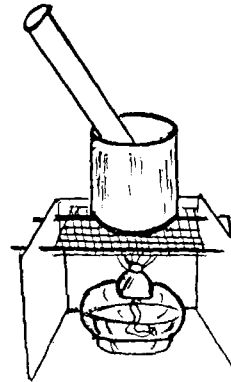
ในที่นี้จะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าขนาดโมเลกุลของน้ำตาลเล็กกว่าแป้งแล้วโมเลกุลของน้ำตาลสามารถผ่านเซลล์ได้" (การออกแบบการทดลองในครั้งนี้สามารถตรวจสอบสมมุติฐานได้ทั้ง ข้อ 1-4) ดังนี้

1. นำกระดาษแก้วใสขนาด 15 เซนติเมตร x 15 เซนติเมตร ชุบน้ำให้เปียกบุลงในถาดพลาสติก
2. เทน้ำแป้งสุก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร กับสารละลายน้ำตาลกลูโคส 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงบนกระดาษแก้ว ที่อยู่ในถาด รวบน้ำแป้งของกระดาษแก้วให้เป็นถุงเล็ก ๆ แล้วใช้ยางรัด
3. นำถุงนี้แช่ลงในถาดพลาสติกเบอร์ 1 ซึ่งมีน้ำ 30 cm^3 ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที จึงยกถุงออก
4. เทน้ำในถาดพลาสติก ใส่หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด ๆ ละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร หยดสารละลายไอโอดีน 2 หยด ลงในหลอดทดลองหลอดที่ 1 และสารละลายเบนซิดีน 2 หยด ลงในหลอดที่ 2

5. ต้มน้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในกระป๋องนม เมื่อน้ำเดือดกลุ่มหลอดที่ 2 ลงไป
ต้มต่อไปอีกประมาณ 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล



แสดงการแช่ลงในน้ำ



แสดงการต้มหลอดทดลองในกระป๋องน้ำ

ชุดสไลด์ที่ 2

เรื่อง การเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแป้ง

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
1 การเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแป้ง	(ดนตรี)
2 ภาพแสดงการเผาผลาญอาหารของยีสต์	จากการศึกษาเกี่ยวกับการเผาผลาญอาหารของยีสต์ นักเรียนคงทราบแล้วว่า อาหารของยีสต์ได้แก่ น้ำตาล การเผาผลาญอาหารของยีสต์คืออะไรบ้าง (ดนตรี)
3 ยีสต์	การเผาผลาญอาหารของยีสต์ที่พลังงาน ความร้อน คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ นักเรียนทราบไหมว่า การเผาผลาญอาหารภายในเซลล์ของยีสต์หรือสิ่งมีชีวิตเรียกว่าอะไร (ดนตรี)
4 การเผาไหม้เชื้อเพลิง	การเผาผลาญอาหารภายในเซลล์ของยีสต์หรือสิ่งมีชีวิต เรียกว่า กระบวนการหายใจ ซึ่งเป็นกระบวนการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์กับออกซิเจนโดยใช้อิออนไฮโดรเจนเป็นตัวกระตุ้น นักเรียนคิดว่า การเผาไหม้เชื้อเพลิงต้องใช้อะไรบ้าง และได้อะไรบ้าง (ดนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
5 สารที่ใช้ในการเผาไหม้และผลที่ได้จากการเผาไหม้	การเผาไหม้เชื้อเพลิงใช้เชื้อเพลิงกับออกซิเจน จะเกิดการบอนด์ออกไซด์ น้ำ ซัลเฟอร์ และพลังงาน ถ้าจะเขียนแผนภาพแสดงการเผาไหม้และการหายใจเพื่อให้เกิดความสับสนต่อการเข้าใจ นักเรียนคิดว่าจะเขียนแผนภาพได้อย่างไร (คนตรี)
6 แผนภาพแสดงการเผาไหม้และการหายใจ	เมื่อนักเรียนได้ลองเขียนแผนภาพแล้ว คราวนี้ลองมาพิจารณาการเขียนแผนภาพทั้งภาพ ซึ่งพิจารณาแล้วว่าเป็นแผนภาพที่ถูกต้องและเข้าใจง่าย (คนตรี)
7 เอนไซม์ คืออะไร	ถ้าขาดเอนไซม์แล้วนักเรียนคิดว่า กระบวนการหายใจจะเกิดขึ้นหรือไม่ และทราบไหมว่า เอนไซม์คืออะไร (คนตรี)
8 การคูน	เอนไซม์ เป็นสารประกอบประเภทโปรตีน เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่สิ่งมีชีวิตสร้างขึ้น ในสิ่งมีชีวิตจะมีเอนไซม์มากมายหลายชนิด และแต่ละชนิดก็ทำหน้าที่เฉพาะตัว (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
9 ภาพแสดงการเผาถ่างหัตถิม	นำถ่างหัตถิมใส่หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด หลอดที่ 1 ใส่ถ่างหัตถิมอย่างเดียว หลอดที่ 2 ใส่ถ่างหัตถิมกับแมงกานีสไดออกไซด์ แล้วนำไปเผานาน 2 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง (คนตรี)
10 ถ่างหัตถิมที่เหลือจากการเผาไหม้ในหลอดทั้งสอง	นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดถ่างหัตถิมในหลอดที่ 2 จึงเหลือน้อยกว่าหลอดที่ 1 (คนตรี)
12 เเป้ง และน้ำตาล	จากการศึกษาเกี่ยวกับขนาดโมเลกุลของเเป้งและน้ำตาล นักเรียนทราบแล้วว่าโมเลกุลของเเป้งผ่านเซลล์ไม่ได้ แต่โมเลกุลของน้ำตาลผ่านเซลล์ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเปลี่ยนขนาดโมเลกุล (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
13. ภาพ คนกำลังเคี้ยวข้าวสุก	นักเรียนทุกคนคงเคยรับประทานข้าวสุก เคยสังเกตไหมว่า เมื่อเคี้ยวข้าวสุกนาน ๆ แล้วจะรู้สึกว่ามีรสหวาน นักเรียนสงสัยไหมว่า "ทำไมเมื่อเคี้ยวข้าวสุกนาน ๆ จึงมีรสหวาน" จากปัญหาที่สงสัยนี้ ให้นักเรียนช่วยกันคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ โดยปฏิบัติตามกิจกรรมในแบบฝึกหัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 2 ต่อไป (คนตรี)

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 2

เรื่อง การเปลี่ยนขนาดโมเลกุลของแป้ง

การใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1. ชั้นคิดหาคำตอบ

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ จากปัญหาในสถานการณ์จากสไลด์เทป แล้วเขียนคำตอบให้ได้มากที่สุด

1.
2.
3.

ฯลฯ

2. ชั้นตั้งสมมติฐาน

ให้นักเรียนนำเหตุผลในชั้นที่ 1 ว่ามีข้อความใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลองมาเขียนเป็นสมมติฐานให้อยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว....."

1.
2.
3.

ฯลฯ

3. ชั้นกำหนดตัวแปร

จากสมมุติฐานในชั้นที่ 2 ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) และ
ตัวแปรตาม (ตัวแปรที่เป็นผลจากสาเหตุ)

1.
2.
3.

ฯลฯ

4. ชั้นออกแบบการทดลอง

เมื่อตั้งสมมุติฐานได้แล้วจำเป็นต้องตรวจสอบว่าเป็นไปได้หรือไม่ ให้นักเรียนออกแบบ
การทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ตามรายการต่อไปนี้

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1. น้ำแข็งสูก | 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 2. น้ำลาย | 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 3. สารละลายไอโอดีน | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. สารละลายเบเนดิกต์ | 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 5. กระดาษแก้วใส | 1 แผ่น |
| 6. ขางรีด | 1 เส้น |
| 7. กระป๋องนม | 1 ใบ |
| 8. กลองพลาสติกเบอร์ 1 | 1 ใบ |
| 9. กลองพลาสติกเบอร์ 3 | 1 ใบ |
| 10. หลอดทดลองขนาดกลาง | 2 หลอด |
| 11. หลอดหยด | 1 หลอด |
| 12. ที่จับหลอดทดลอง | 1 อัน |

13. หลอดฉีกยา 1 หลอด

14. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่ก้นม

และตะแกรงลวด

1 ชุด

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์ได้อีกหากนักเรียนจำเป็นต้องใช้)

.....

.....

.....

.....

เอกสารหมายเลข 2

นักเรียนคงปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 เสร็จแล้ว มาลองดูแนวคำตอบว่า ตรงกับแนวคิดของนักเรียนหรือไม่

คำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือใกล้เคียง ดังนี้

1. น้ำลายมีน้ำตาล
2. น้ำลายมีเอนไซม์ย่อยแป้ง
3. ขาวสูกมีน้ำตาล

ฯลฯ

สมมุติฐาน เมื่อนำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐาน ก็ควรจะได้ดังนี้

1. ถ้าน้ำลายมีน้ำตาลแล้วเมื่อเคี้ยวขาวสูกนาน ๆ จะมีรสหวาน
2. ถ้าน้ำลายมีเอนไซม์ย่อยแป้งแล้วเมื่อเคี้ยวขาวสูกนาน ๆ จะมีรสหวาน
3. ถ้าขาวสูกมีน้ำตาลแล้วเมื่อเคี้ยวขาวสูกนาน ๆ จะมีรสหวาน

ฯลฯ

สมมุติฐานที่นักเรียนเขียนจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้น ต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบเสียก่อน เช่น จากสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าน้ำลายมีเอนไซม์ย่อยแป้งแล้วเมื่อเคี้ยวขาวสูกนาน ๆ จะมีรสหวาน"

ฯลฯ

การกำหนดตัวแปร นักเรียน ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม จากสมมุติฐานได้ ดังนี้

- | | |
|------------------------------|------------------|
| 1. ตัวแปรต้น น้ำตาลในน้ำลาย | ตัวแปรตาม รสหวาน |
| 2. ตัวแปรต้น เอนไซม์ในน้ำลาย | ตัวแปรตาม รสหวาน |
| 3. ตัวแปรต้น น้ำตาลในขาวสูก | ตัวแปรตาม รสหวาน |

ฯลฯ

ออกแบบการทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงสมมุติฐานและการกำหนดตัวแปร

ในที่นี้จะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าน้ำลายมีเอนไซม์ย่อยแป้งแล้วเมื่อเคี้ยวข้าวสุกนาน ๆ จะมีรสหวาน" ดังนี้

1. นำกระดาษแก้วใสขนาด $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ มาชุบน้ำให้เปียก บุลงในกล่องพลาสติกเบอร์ 3

2. เหน็บแป้งสุก 10 cm^3 และน้ำลาย 5 cm^3 ลงบนกระดาษแก้วที่ชุบน้ำไว้ รวบรวมส่วนของกระดาษแก้วให้เป็นถุงเล็ก ๆ ใช้ยางรัดให้แน่น ล้างชามอกถุงด้วยน้ำ

3. แช่ถุงในกล่องพลาสติกเบอร์ 1 ซึ่งมีน้ำ 30 cm^3 ตั้งทิ้งไว้ 20 - 25 นาที แล้วใช้สารละลายไอโอดีนและสารละลายเบเนดิกต์ทดสอบน้ำในกล่องพลาสติก บันทึกผลการทดลอง

ชุดโลกที่ 3

เรื่อง ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
1 ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของ ของเอนไซม์อย่างไร	ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไร จากการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารชนิดต่าง ๆ - นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างที่ทำให้ทราบว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เราลองศึกษากันต่อไป (คนตรี)
2 การทดลองหาคะตาไลสของเอนไซม์ในพืช	จากภาพ เมื่อหาคะตาไลสของเอนไซม์ในพืช - นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง (คนตรี) เราจะเห็นว่าฟองอากาศเกิดขึ้นตรงบริเวณที่กรดถูกกับพืช (คนตรี)
3 นักเรียนกำลังทดสอบการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับสารที่เป็นฟองอากาศ	ใช้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินทดสอบกับสารละลายที่มีฟองอากาศเกิดขึ้น - กระดาษลิตมัสมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (คนตรี) จะพบว่ากระดาษลิตมัสตรงบริเวณที่ถูกกับสารละลายที่มีฟองอากาศ จะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
4 ภาพสารละลายกรรขัลฟิวริก และสารละลายเบเรียมคลอไรด์	มีนักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยนำกรรขัลฟิวริกผสมกับสารละลายเบเรียมคลอไรด์ - นักเรียนคิดว่า จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (คนตรี)
5 ผลการทดลองของกรรขัลฟิวริกผสมกับเบเรียมคลอไรด์	ผลการทดลองปรากฏดังภาพ เมื่อสารละลายกรรขัลฟิวริกทำปฏิกิริยากับเบเรียมคลอไรด์ จะเกิดสารมีลักษณะเป็นตะกอนสีขาวขุ่น (คนตรี) จากการทดลองที่ผ่านมา นักเรียนจะเห็นว่า มีฟองอากาศเกิดขึ้น กระดาษลิตมัสสีเปลี่ยนไป และมีตะกอนเกิดขึ้น แสดงว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น นอกจากนี้การเกิดปฏิกิริยาเคมี ยังทราบได้จาก มีพลังงานเกิดขึ้น การเปลี่ยนสีของสาร และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (คนตรี)
6 ตารางแสดงการทดสอบสารด้วยกระดาษลิตมัส	จากตารางนักเรียนจะจำแนกสารได้เป็น 3 ประเภท และใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนก (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
7 ภาพแสดงการจำแนกสาร	นักเรียนอาจจำแนกสารได้เป็น 3 ประเภท โดยใช้ในการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสเป็นเกณฑ์ ประเภทที่ 1 โค้ดแก่ น้ำมะนาว กับ น้ำส้มสายชู ประเภทที่ 2 โค้ดแก่ น้ำปูนใส กับน้ำซ้เฒ่า ประเภทที่ 3 โค้ดแก่ น้ำกลั่น (คนตรี)
8 ผลการทดสอบน้ำส้มสายชู	นำน้ำส้มสายชู จากบ้านของสมชาย และประสิทธิ์ มาทดสอบโดยหั่นพริกแช่ไว้ประมาณ 20 นาที ปรากฏว่าพริกที่แช่ในน้ำส้มสายชูจากบ้านของสมชาย ใบที่ 1 สีเปลี่ยนปกติ ส่วนพริกที่แช่ในน้ำส้มสายชู จากบ้านของประสิทธิ์ใบที่ 2 มีสีน้ำตาลไหม้ - นักเรียนก็คว่าน้ำส้มสายชูของประสิทธิ์มีสิ่งใดเจือปน (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
9 นักเรียนกำลังหยดสารเย็นเยือก ไวโอลิตลงในสารละลาย	ในการทดสอบ กรดน้ำส้มสายชู น้ำมะนาว น้ำมะขาม กรดเกลือ กรดไนตริก ด้วยสารละลาย เย็นเยือกไวโอลิต สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ เกิดขึ้น บันทึกผล - ถ้าจะสร้างตารางบันทึกข้อมูล เพื่อให้เกิด ความสะดวกต่อการพิจารณา นักเรียนคิดว่า ลักษณะตารางควรเป็นอย่างไร มีช่องอะไร ตรงไหนบ้าง (คนตรี)
10 ภาพตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูล ที่ถูกต้องและเข้าใจง่าย	เมื่อนักเรียนได้ลองสร้างตารางแล้ว คราวนี้ ลองมาพิจารณาการสร้างตาราง ดังในภาพ ซึ่ง พิจารณาแล้วว่าเป็นตารางที่ถูกต้องและเข้าใจง่าย (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
11 ภาพน้ำลายในหลอดทดลอง	จากการศึกษานักเรียนจะพบว่า เหนือในการตัดสินใจว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นนั้น มีหลายอย่างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า เราเลือกใช้สารหรือวัตถุใดทดสอบ เพราะวสารแต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัวที่จะให้ผลการทดลองกับสารชนิดอื่น ๆ และยังขึ้นอยู่กับภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรดหรือเป็นเบส อีกด้วย - ถ้าต้องการทดสอบว่า เอนไซม์ในน้ำลายมีสมบัติเป็นอย่างไร และการทำงานของเอนไซม์ในน้ำลายขึ้นอยู่กับภาวะแวดล้อมอย่างไร นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร เราลองศึกษาดูการทดลองต่อไปนี้ (คนตรี)
12 ภาพแสดงการทดสอบน้ำลายคนป่วยและน้ำลายคนปกติ	นายแพทย์ผู้หนึ่งได้ทำการทดลองโดยนำน้ำลายคนปกติ และน้ำน้ำแป้งสุกผสมกับน้ำลายคนป่วย หอด้วยกระดาษแก้วแล้วนำไปแช่น้ำ ดังรูป ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที แล้วนำน้ำจากกลองพลาสติกทั้งสองมาทดสอบ (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
13 ผลการทดสอบน้ำลายคนป่วยและ น้ำลายคนปกติ	พบว่าน้ำในกล่องพลาสติกใบที่ 1 มีน้ำตาล กลูโคส ส่วนน้ำในกล่องพลาสติกใบที่ 2 ไม่พบ น้ำตาลกลูโคส แสดงว่าเอนไซม์ในน้ำลายคนป่วย ไม่ทำงาน ทำให้เกิดปัญหาที่น่าสนใจว่า "ทำไม เอนไซม์ในน้ำลายคนป่วยจึงไม่ทำงาน" จากปัญหานี้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึก ชุดที่ 3 ต่อไป (คนตรี)

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 3

เรื่อง ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

ควรใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1. ขั้นคิดหาคำตอบ

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ จากปัญหาในสถานการณ์จากสไลด์เพป แล้ว
เขียนคำตอบให้ได้มากที่สุด

1.
2.
3.

ฯลฯ

2. ขั้นตั้งสมมุติฐาน

ให้นักเรียนนำเหตุผลในขั้นที่ 1 ว่ามีข้อความใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการ
ทดลองมาเขียนเป็นสมมุติฐานให้อยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว....."

1.
2.
3.

ฯลฯ

3. ชั้นกำหนดตัวแปร

จากสมมุติฐานในชั้นที่ 2 ให้นักเรียน ระบุตัวแปรต้น (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) และ ตัวแปรตาม (ตัวแปรที่เป็นผลจากสาเหตุ)

1.
2.
3.

ฯลฯ

4. ชั้นออกแบบการทดลอง

เมื่อตั้งสมมุติฐานไว้แล้วจำเป็นต้องตรวจสอบว่าเป็นไปได้หรือไม่ ให้นักเรียนออกแบบ การทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ตามรายการต่อไปนี้

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| 1. น้ำแข็งสูก | 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 2. น้ำลาย | 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 3. กรดไฮโดรคลอริก | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 5. สารละลายเบเนดิกต์ | 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 6. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน | 1 ชิ้น |
| 7. กระดาษลิตมัสสีแดง | 1 ชิ้น |
| 8. หลอดทดลองขนาดกลาง | 4 หลอด |
| 9. หลอดฉีดยา | 1 อัน |
| 10. ที่จับหลอดทดลอง | 1 อัน |
| 11. ที่ตั้งหลอดทดลอง | 1 อัน |
| 12. กระป๋องนม | 1 ใบ |

13. กลองพลาสติคเบอร์ 1 1 ใบ

14. ตะเกียงอัลกอซอลพร้อมเทียนและตะแกรงลาวก 1 ชุด

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์การทดลองได้อีกหากนักเรียนจำเป็นต้องใช้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารหมายเลข 2

นักเรียนคงปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 เสร็จแล้วมาลองดูแนวคำตอบว่าตรงกับแนวคิดของนักเรียนหรือไม่

คำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือใกล้เคียง ดังนี้

1. เชื้อโรคทำลายเอนไซม์ในน้ำลาย
2. อุณหภูมิในร่างกายผุ่ยย สูงกว่า 40 องศาเซลเซียส
3. ร่างกายผุ่ยยสร้างกรด และเบส มากกว่าปกติ

ฯลฯ

สมมุติฐาน เมื่อนำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐาน ก็ควรจะเขียนได้ ดังนี้

1. ถ้าเชื้อโรคมียากกว่าปกติแล้ว เอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงาน
2. ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส แล้วเอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงาน
3. ถ้าความเป็นกรดและเบสสูงกว่าปกติแล้ว เอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงาน

ฯลฯ

สมมุติฐานที่นักเรียนเขียนจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้น ต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบเสียก่อน เช่น จากสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียสและความเป็นกรด-เบสสูงกว่าปกติ แล้วเอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงาน"

การกำหนดตัวแปร นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม จากสมมุติฐาน ได้ดังนี้

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1. ตัวแปรต้น เชื้อโรค | ตัวแปรตาม การทำงานของเอนไซม์ |
| 2. ตัวแปรต้น อุณหภูมิสูง | ตัวแปรตาม การทำงานของเอนไซม์ |
| 3. ตัวแปรต้น ความเป็นกรด - เบส | ตัวแปรตาม การทำงานของเอนไซม์ |

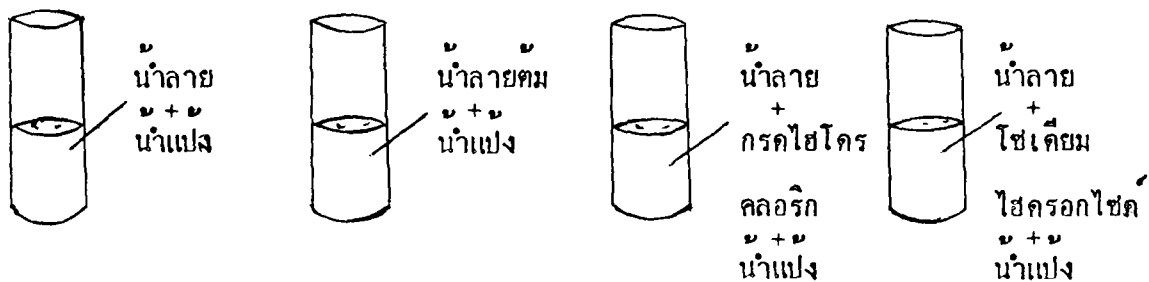
ฯลฯ

ออกแบบการทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงสมมุติฐาน และการกำหนดตัวแปร

ในที่นี้จะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส และความเป็นกรด-เบสสูงกว่าปกติ แล้วเอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงาน" ดังนี้

1. บ้วนน้ำลายลงในหลอดพลาสติกเบอร์ 1 แล้วทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส บันทึกผล
2. เทน้ำลายลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 4 หลอด ๆ ละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ต้มหลอดที่ 2 ในกระป๋องนม ซึ่งมีน้ำเดือด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ

8 - 10 นาที



รูป การทดลองเกี่ยวกับผลของภาวะแวดล้อมต่อการทำงานของเอนไซม์

4. หยดกรดไฮโดรคลอริกลงในหลอดที่ 3 และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดที่ 4 เขย่าให้สารละลายในแต่ละหลอดเข้ากัน ทิ้งไว้ 3 นาที

5. เทน้ำแป้งสุกลงในหลอดทั้งสี่ หลอดละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที

6. หยดสารละลายเบเนดิกต์ 4 หยด ลงในแต่ละหลอด ต้มในกระป๋องนมซึ่งมีน้ำเดือด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 3 นาที บันทึกผลการทดลอง

ชุดสไลด์ที่ 4

เรื่อง การขอยืมและทางเงินอาหารของถนนและการแพร่ของสาร

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
1 การย่อยและทางเดินอาหารของคน และการแปรของสาร	การย่อยและทางเดินอาหารของคนและการแปรของสาร นักเรียนเคยศึกษาเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารของคนมาแล้ว - ทราบไหมว่า อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารของคนมีอะไรบ้าง (คนตรี)
2 ภาพแสดงระบบการย่อยอาหารของคน	อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร ใต้แก้ม ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ตับ ตับอ่อน ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ - นักเรียนทราบไหมว่า อวัยวะเหล่านี้มีหน้าที่อย่างไรบ้าง เราลองศึกษากันต่อไป (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
3 การดูดซับ	อาหารประเภทต่าง ๆ ที่คนเรารับประทานเข้าไป เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ล้วนมีโมเลกุลขนาดใหญ่ ไม่สามารถผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้ ร่างกายจึงต้องย่อยอาหารเหล่านี้หลายครั้งเพื่อให้มีโมเลกุลเล็กจนสามารถผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ - นักเรียนคิดว่า การย่อยอาหารจะเริ่มที่อวัยวะใดเป็นอันดับแรกและย่อยอาหารประเภทใด (คนตรี)
4 การย่อยอาหารในปาก	การย่อยอาหารจะเริ่มที่ปาก อาหารจะถูกเคี้ยวให้เป็นชิ้นเล็กลงเหมาะแก่การย่อย ซึ่งจะมีเอนไซม์อะไมเลสในน้ำลายจะย่อยอาหารจำพวกแป้งให้เป็นน้ำตาล โมเลกุล คือ น้ำตาลมอลโทส จากนั้นอาหารจะผ่านไปตามหลอดอาหารเข้าสู่กระเพาะอาหาร - นักเรียนทราบไหมว่า กระเพาะอาหารมีหน้าที่ย่อยอาหารประเภทใด (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
5 การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร	กระเพาะมีหน้าที่ย่อยอาหารประเภทโปรตีน โดยมีเอนไซม์เปปซินช่วยในการย่อย และเปปซินจะทำงานได้ดีในภาวะที่เป็นกรด กระเพาะอาหารจึงผลิตกรดไฮโดรคลอริกออกมา โปรตีนที่ได้จากการย่อยมีโมเลกุลเล็กลง แต่ยังไม่สามารถผ่านเข้าสู่เซลล์ได้จึงถูกส่งต่อไปยังลำไส้เล็กต่อไป - นักเรียนคิดว่า ลำไส้เล็กทำหน้าที่ย่อยอาหารประเภทใด (คนตรี)
6 แสดงการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก	ลำไส้เล็กทำหน้าที่ย่อยอาหารได้ดีในภาวะที่เป็นเบส และทำหน้าที่ดังนี้ ย่อยอาหารประเภทโปรตีนที่ถูกย่อยมาจากกระเพาะอาหารเล็งให้เป็นกรดอะมิโนโดยเอนไซม์ทริปซิน ย่อยอาหารประเภทไขมัน โดยมีน้ำดีจากตับทำหน้าที่ให้ไขมันแตกตัวเป็นเม็ดเล็ก ๆ แล้วเอนไซม์ไลเปสในลำไส้เล็ก ทำหน้าที่ย่อยให้เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
	ข่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตให้เป็น น้ำตาลกลูโคส นอกจากนี้ตับอ่อนจะส่งน้ำข่อยซึ่งมี เอนไซม์ อะไมเลส โลเปส และเบปซิน มายัง ลำไส้เล็ก เพื่อช่วยข่อยอาหารพวกแป้ง ไขมัน และโปรตีน ตามลำดับ - อาหารที่ถูกข่อยเป็นโมเลกุลขนาดเล็กแล้วจะ ไปยังที่ใดต่อไป (คนตรี)
7 ผืน้งของลำไส้เล็ก	อาหารที่ถูกข่อยเป็นโมเลกุลขนาดเล็ก จะถูกดูด ซึมผ่านผืน้งลำไส้เล็กเข้าสู่หลอดเลือด เพื่อเลี้ยง ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อไป - นักเรียนคิดว่าอาหารพวกวิตามิน เกลือแร่ ต้องมีการข่อยหรือไม่ อย่างไร (คนตรี)

หมายเหตุสไลด์	บทบรรยาย
8 กากอาหารในลำไส้ใหญ่	อาหารพวกวิตามินและแร่ธาตุ ไม่ต้องการย่อย สามารถผ่านผนังลำไส้เล็กเข้าสู่หลอดเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้เลย กากอาหารที่เหลือจากการย่อยในลำไส้เล็กจะผ่านไปยังลำไส้ใหญ่ ผนังของลำไส้ใหญ่จะดูดน้ำจากกากอาหาร ทำให้เหนียวและแข็ง ผ่านออกไปรวมกันที่ลำไส้ตรง เกือบวารหนักและถ่ายออกมาเป็นอุจจาระ (คนตรี)
9 กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ปาก ท่อนอน ทับ	<u>จากภาพ</u> ถ้าจะจัดกลุ่มอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารโดยใช้ประเภทของอาหารที่ถูกย่อยเป็นเกณฑ์ นักเรียนจะจัดได้กี่กลุ่ม และแต่ละกลุ่มมีอวัยวะใดบ้าง (คนตรี)

หมายเลขโลโก้	บทบรรยาย
10 ปาก ลำไส้เล็ก ตับอ่อน (1) กระเพาะอาหาร ลำไส้ ตับอ่อน (2) ลำไส้เล็ก ตับ ตับอ่อน (3)	คงมีนักเรียนบางคนจัดได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ขอยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โคเล ปาก ลำไส้เล็ก ตับอ่อน กลุ่มที่ 2 ขอยอาหารประเภทไขมัน โคเล กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับอ่อน กลุ่มที่ 3 ขอยอาหารประเภทไขมัน โคเล ลำไส้เล็ก ตับ ตับอ่อน (คนตรี)
11 อะไมเลส ทริปซิน เปปซิน โลเปส	จากภาพ ถ้ามีเอนไซม์ อะไมเลส ทริปซิน เปปซิน และโลเปส นักเรียนจะแบ่งเอนไซม์ได้ เป็นที่กลุ่ม และใช้อะไรเป็นเกณฑ์ (คนตรี)
12 ภาพแสดงการจัดเอนไซม์โค 3 กลุ่ม	อาจแบ่งโคเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์การย่อย อาหารแต่ละประเภทดังนี้ กลุ่มที่ 1 อะไมเลส ขอยอาหารพวกแป้ง กลุ่มที่ 2 โลเปส ขอยอาหารประเภทไขมัน กลุ่มที่ 3 ทริปซิน เปปซิน ขอยอาหารพวกโปรตีน (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
13 คนรับประทานกล้วยเคี้ยวเนื้อ	สมชายรับประทานกล้วยเคี้ยวเนื้อ เมื่อถึงเวลา ถ่ายออกมาสังเกตเห็นอาหารเนื้อยังไม่ถูกย่อย - นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใด อาหารเนื้อ ยังไม่ถูกย่อย (คนตรี) นักเรียนบางคนอาจคิดว่าเนื่องจากเอนไซม์ ทริปซิน และเปปซิน ไม่ทำงานหรือมีสิ่งผิดปกติ เกิดขึ้นกับกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก
14 การรู้คุณ	ถ้าจะสร้างตารางแสดงการย่อยในส่วนต่าง ๆ ของทางเดินอาหารสรุปโดยย่อ ๆ นักเรียนจะ สร้างตารางแบบใด เพื่อให้เกิดความสละสลวย การสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย (คนตรี)
15 ตารางแสดงการย่อยในส่วนต่าง ๆ ของทางเดินอาหาร	เมื่อนักเรียนได้ลองสร้างตารางแล้ว ลองมา พิจารณาการสร้างตารางทั้งในภาพ ซึ่งพิจารณา แล้วว่าเป็นตารางที่เข้าใจง่าย

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
16 ทดลองหย่อนเกล็ดโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตลงในน้ำ	อาหารที่ย่อยเป็นโมเลกุลขนาดเล็กตลอดจนน้ำและแร่ธาตุจะผ่านผนังลำไส้เล็กเข้าสู่หลอดเลือด จากนั้นอาหารจะเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์เพื่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย - นักเรียนทราบไหมว่า สารอาหารต่าง ๆ เคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีการใด ลองศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ หมู่หนึ่งหย่อนเกล็ดโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตลงในน้ำในบีกเกอร์ที่มีกระดาษแก้วกันอยู่ โดยหย่อนลงทางกานซ้าย 2 เกล็ด และหย่อนลงทางกานขวา 4 เกล็ด แล้วทิ้งทิ้งไว้ 1 คืน (คนตรี)
17 ผลการทดลองของเกล็ดโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตในน้ำเมื่อทิ้งทิ้งไว้ 1 คืน	เมื่อกลับมาดูอีกครั้งหนึ่งปรากฏว่าสีของสารละลายเป็นสีม่วงเท่ากันตลอด หมู่หนึ่งสงสัยว่า "ทำไมสีของสารละลายเป็นสีม่วงเท่ากันตลอด" จากปัญหาที่สงสัยนี้ให้นักเรียนช่วยหมู่หนึ่งคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ โดยทำกิจกรรมในแบบฝึกชุดที่ 4 ต่อไป (คนตรี)

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 4

เรื่อง การแพร่ของสาร

ควรใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1. ชั้นคิดหาคำตอบ

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ จากปัญหาในสถานการณ์จากสไลด์เพปแล้ว
เขียนคำตอบให้ได้มากที่สุด

1.
2.
3.

ฯลฯ

2. ชั้นตั้งสมมุติฐาน

ให้นักเรียนนำเหตุผลในชั้นที่ 1 ว่ามีข้อความใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการ
ทดลอง มาเขียนเป็นสมมุติฐานให้อยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว....."

1.
2.
3.

ฯลฯ

3. ชั้นกำหนดตัวแปร

จากสมมุติฐานในชั้นที่ 3 ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) และ
ตัวแปรตาม (ตัวแปรที่เป็นผลจากสาเหตุ)

1. ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม.....
2. ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม.....
3. ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม.....

ฯลฯ

4. ชั้นออกแบบการทดลอง

เมื่อตั้งสมมุติฐานไว้แล้ว จำเป็นต้องมีการตรวจสอบว่าเป็นไปได้หรือไม่ ให้นักเรียน
ออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ตามรายการต่อไปนี้

1. โฟลัสเชื่อมเปอร์มังกาเนต 2 กรัม
2. สารละลายน้ำตาล 40 % 20 CM³
3. น้ำหมักแดง 10 CM³
4. ขางรด 2 เส้น
5. กระดาษแก้ว 1 แผ่น
6. หลอดแก้วเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 20 cm 1 อัน
7. บีกเกอร์ขนาด 100 CM³ 1 ใบ
8. กล้องพลาสติกเบอร์ 1 1 ใบ
9. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง 1 ชุด

นักเรียนคงปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 แล้วแล้วมาลองดูแนวคำตอบซึ่งตรงกับแนวคิดของนักเรียนหรือไม่

คำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือใกล้เคียงดังนี้

1. จำนวนโมเลกุลของโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตที่มีมากเคลื่อนที่ไปยังโมเลกุลน้อย
2. จำนวนโมเลกุลของโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตที่น้อยเคลื่อนที่ไปยังโมเลกุลมาก
3. โมเลกุลของน้ำกระจายไปยังสารโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต

ฯลฯ

สมมุติฐาน เมื่อนำเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐาน ก็ควรจะเขียนได้ดังนี้

1. ถ้าจำนวนโมเลกุลของโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตมากเคลื่อนที่ไปยังโมเลกุลน้อยแล้วสีของสารละลายเป็นสีม่วงเท่ากันตลอด
2. ถ้าจำนวนโมเลกุลของโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตน้อยเคลื่อนที่ไปยังโมเลกุลมากแล้วสีของสารละลายเป็นสีม่วงเท่ากันตลอด
3. ถ้าโมเลกุลของน้ำแทรกกระจายไปยังสารโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตแล้วสีของสารละลายเป็นสีม่วงเท่ากันตลอด

ฯลฯ

สมมุติฐานที่นักเรียนเขียนจะมีความเป็นไปได้เพียงไหน ต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบเสียก่อน เช่น จากสมมุติฐานที่ว่า “ถ้าจำนวนโมเลกุลของโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตมากเคลื่อนที่ไปยังโมเลกุลน้อยแล้วสีของสารละลายเป็นสีม่วงเท่ากันตลอด”

การกำหนดตัวแปร นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม จากสมมุติฐานได้ดังนี้

1. ตัวแปรต้น จำนวนโมเลกุลของโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต
ตัวแปรตาม สีของสารละลาย
2. ตัวแปรต้น จำนวนโมเลกุลของโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต
ตัวแปรตาม สีของสารละลาย

3. ตัวแปรต้น โมเลกุลน้ำ ตัวแปรตาม สีของสารละลาย

ฯลฯ

ออกแบบการทดลอง

นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยคำนึงถึงสมมุติฐานและการกำหนดตัวแปร ในที่นี้จะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าจำนวนโมเลกุลของโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตมากเคลื่อนที่ไปยังโมเลกุลน้อยแล้วสีของสารละลายจะเป็นสีม่วงเท่ากันตลอด" ดังนี้

ตอนที่ 1

1. ใส่ น้ำ 30 cm^3 ลงในบีกเกอร์
2. หย่อนเกล็ดโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 2 - 3 เกล็ด ลงในน้ำ สังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในเวลา 10 นาที

ตอนที่ 2

1. ใช้กระดาษแก้ว ชุบน้ำให้เปียกบุลงในถาดพลาสติกเบอร์ 1 เทสารละลายน้ำตาลเข้มข้นลงไป 30 cm^3
2. นำหลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 20 cm มาอันหนึ่งใช้ยางรัดให้เป็นปมห่างจากปลายด้านหนึ่งประมาณ 3 cm จุ่มปลายข้างนี้ลงในสารละลายน้ำตาล รวบรวมขี้กระดาษแก้วมาที่ปลายหลอดให้เป็นถุงเล็ก
3. ใช้ยางรัดปากถุงติดกับหลอดแก้วให้แน่นตรงตำแหน่งเหนือปม เวลา रखพยายามไม่ให้เกิดฟองก๊าซ
4. ยึดหลอดแก้วไว้กับขาตั้ง ทำเครื่องหมายแสดงระดับของเหลวในหลอดแก้ว หย่อนถุงลงแช่ในบีกเกอร์ให้ทั่วขวดแคโรยยางรัด สังเกตการเปลี่ยนแปลงในเวลา 10 นาที บันทึกผล
5. เปลี่ยนน้ำในบีกเกอร์ที่แช่เป็นหมึกแดง ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผล

ชุดสไลด์ที่ 5

เรื่อง การลำเลียงน้ำและเกลือแร่

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
1 การลำเลียงน้ำและเกลือแร่	(คนตรี)
2 ต้นไม้	นักเรียนเคยเรียนรู้อยู่แล้วว่า สิ่งที่เป็นในการดำรงชีวิตของพืช ได้แก่ แสง, คาร์บอนไดออกไซด์, น้ำ, แร่ธาตุ, อุณหภูมิ, ความชื้น - การสังเคราะห์แสงของพืชใช้อะไรบ้าง (คนตรี)
3 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{กลอโรฟิลล์}]{\text{แสง}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$ + พลังงาน	การสังเคราะห์แสงของพืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เข้ามาเป็นวัตถุดิบ โดยมีกลอโรฟิลล์เป็นตัวดูดซับพลังงานแสงจะได้น้ำตาลกลูโคส ก๊าซออกซิเจน และพลังงาน ทั้งสามการจากภาพ (คนตรี) - นักเรียนทราบไหมว่าน้ำที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงได้มาจากไหน และนอกจากใช้ในการสังเคราะห์แสงแล้ว น้ำมีประโยชน์ต่อพืชอย่างไรอีกบ้าง (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
4. ทนกำลังรคน้ำต้นไม้	น้ำที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงได้มาจากดิน, จากน้ำที่ให้แก่พืชและนอกจากใช้ในการสังเคราะห์แสงแล้ว น้ำยังช่วยลำเลียงแร่ธาตุ (เกลือแร่) ให้กับพืช – นักเรียนทราบไหมว่า แร่ธาตุมีความสำคัญต่อพืชอย่างไร (คนตรี)
5. คณพืชแสดงส่วนประกอบของธาตุ	แร่ธาตุมีความสำคัญต่อพืชหลายอย่าง เช่น ธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบของโปรตีน บำรุงใบ แมกนีเซียมและเหล็ก เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ โพแทสเซียม ช่วยในการดูดกลืนคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยทำให้เซลล์พืชอืดมน้ำอยู่เสมอ ทำให้พืชทนต่อความแห้งแล้งได้ดี เป็นต้น (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
6 พืชขาดธาตุแมกนีเซียมกับธาตุเหล็ก	จากรูป - นักเรียนสังเกตเห็นใบของพืชมีลักษณะอย่างไร ใบมีสีขาว เหลือง โดยเฉพาะใบอ่อนหรือยอดอ่อน - จากลักษณะของพืช นักเรียนคิดว่าพืชขาดธาตุใด (คนตรี) พืชขาดธาตุเหล็กและแมกนีเซียมเพราะธาตุทั้งสองเป็นองค์ประกอบและช่วยสร้างคลอโรฟิลล์ (คนตรี)
7 พืชใบอ่อนบิดเบี้ยวหรือขอบใบม้วนลงล่างจนขาดเป็นริ้ว ๆ	ถ้านักเรียนไปพบพืชที่มีลักษณะดังรูป เพียงคนเดียว จะใช้วิธีการใดที่จะสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายและชัดเจน (คนตรี)
8 ต้นพืช	นักเรียนจะเห็นแล้วว่า น้ำและแร่ธาตุมีความสำคัญต่อพืชมาก - ทราบหรือไม่ว่าส่วนใดของพืชที่ทำหน้าที่กูดน้ำและเกลือแร่จากดินเข้าไปในต้นพืช (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
9 รากของเมล็ดข้าวโพดที่เริ่มงอก	ส่วนที่หว่านน้ำที่คุ่น้ำและเกลือแร่ ไคไนท์ ชนราก จากภาพ นักเรียนสังเกตเห็นชนรากมีลักษณะ อย่างไรและทำไมต้องมีชนรากจำนวน มากมาย (คนตรี) ลักษณะของชนรากเป็นเส้นเล็ก ๆ มีจำนวน มากมายเพื่อที่จะไคมีส่วนที่สัมผัสกับน้ำและสาร ต่าง ๆ มาก โอกาสที่น้ำและเกลือแร่จะแพร่เข้า ไปก็เพิ่มขึ้น (คนตรี)
10 ท้นมะเขือเทศในน้ำ	- นักเรียนทราบหรือไม่ว่าพืชลำเลียงน้ำและ เกลือแร่จากรากขนอ่อนไปสู่ส่วนใดบ้าง ลองศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ สมศักดิ์ นำท้นมะเขือเทศแช่น้ำในขวดที่มีฝาปิด สนิทและมีสาลี่พันรอบท้นมะเขือเทศ ตั้งรูป หิ้งไว้ ประมาณ 2 วัน (คนตรี)

	บทบรรยาย
11 ภาพแสดงคณะมิชชันนารีที่ไว้ 2 วัน	สังเกตเห็นว่าระดับน้ำในขวดลดลงจากเดิมมาก - นักเรียนสงสัยอะไรบ้าง (คนตรี) คงมีนักเรียนบางคนสงสัยว่า "ทำไมระดับน้ำในขวดลดลงมาก" จากปัญหานี้ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่เป็นไปได้ โดยทำกิจกรรมในแบบฝึกหัดที่ 5 ต่อไป

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 5

เรื่อง พืชลำเลียงน้ำและเกลือแร่ไปสู่ส่วนต่าง ๆ

ควรใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1. ขั้นคิดหาคำตอบ

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ จากปัญหาในสถานการณ์จากสไลด์เฟล
แล้วเขียนคำตอบให้ไ้ไ้มากที่สุด

1.
2.
3.

ฯลฯ

2. ขั้นตั้งสมมุติฐาน

ให้นักเรียนนำเหตุผลในขั้นที่ 1 ว่ามีข้อความใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ควยวิธีการ
ทดลองมาเขียนเป็นสมมุติฐานให้อยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว....."

1.
2.
3.

ฯลฯ

3. ขั้นกำหนดตัวแปร

จากสมมุติฐานในขั้นที่ 2 ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) และตัวแปรตาม (ตัวแปรที่เป็นผลจากสาเหตุ)

1.
2.
3.

ฯลฯ

ขั้น ขั้นตอนการทดลอง

เมื่อตั้งสมมุติฐานได้แล้วจำเป็นต้องตรวจสอบว่าเป็นไปได้หรือไม่ ให้นักเรียนออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ตามรายการต่อไปนี้

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1. ผักกะสัง | 1 ต้น |
| 2. หมึกแดง | 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 3. บีกเกอร์ขนาด | 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 4. ใบมีดโกน | 1 อัน |
| 5. แวนชยาย | 1 อัน |

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์การทดลองได้อีกหากจำเป็นต้องใช้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนคงปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 แล้วแล้วมาลองดูแนวคำตอบว่าตรงกับแนวคิดของนักเรียนหรือไม่

คำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือใกล้เคียงดังนี้

1. พืชมีการลำเลียงน้ำไปสู่ส่วนต่าง ๆ
2. น้ำระเหยออกจากช่อดอก

ฯลฯ

สมมุติฐาน เมื่อนำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐาน ก็ควรจะเขียนได้ดังนี้

1. ถ้าพืชมีการลำเลียงน้ำไปสู่ส่วนต่าง ๆ แล้วระดับน้ำในช่อดอกจะลดลง
2. ถ้า น้ำระเหยออกจากช่อดอกแล้วระดับน้ำในช่อดอกจะลดลง

ฯลฯ

สมมุติฐานที่นักเรียนเขียนจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้น ต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบเสียก่อน เช่น จากสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าพืชลำเลียงน้ำไปสู่ส่วนต่าง ๆ แล้ว ระดับน้ำในช่อดอกจะลดลง"

การกำหนดตัวแปร นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม จากสมมุติฐานได้ดังนี้

1. ตัวแปรต้น การลำเลียงน้ำ ตัวแปรตาม ระดับน้ำ
2. ตัวแปรต้น การระเหยของน้ำ ตัวแปรตาม ระดับน้ำ

ฯลฯ

ออกแบบการทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงสมมุติฐานและการกำหนดตัวแปร

ในที่นี้จะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าพืชมีการลำเลียงน้ำไปสู่ส่วนต่าง ๆ แล้ว ระดับน้ำในขวดจะลดลง" ดังนี้

1. เทหมักแดง 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่บีกเกอร์ จุ่มผักกะสังลงไปให้ปลายรากแช่อยู่ในหมักแดง สังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในลำต้น และใบทุก 5 นาที เป็นเวลา 15 นาที บันทึกผล



2. ยกต้นผักกะสังขึ้นจากน้ำหมัก ล้างสิ่งเปื้อนส่วนรากออก ใช้ใบมีดตัดลำต้นออกเป็น 3 ท่อน ยาวท่อนละ 2 เซนติเมตร ตรวจสอบรอยตัดของแต่ละท่อนด้วยแว่นขยาย บันทึกผล และวาดรูปแสดงส่วนที่เห็นเป็นสีแดง
3. ใช้ใบมีดตัดแต่ละท่อนตามยาว ตรวจสอบลักษณะภายในของลำต้นด้วยแว่นขยายแล้ววาดรูป
4. ตัดใบตามขวาง ตรวจสอบรอยตัดด้วยแว่นขยาย บันทึกผลการทดลอง

ชุดสไลด์ที่ 6

เรื่อง ส่วนของลำต้นที่ลำเลียงน้ำ

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
1 ส่วนของลำต้นที่ลำเลียงน้ำ	(คนตรี)
2 ต้นพืช	นักเรียนเคยศึกษามาแล้วว่า พืชมีส่วนประกอบที่สำคัญ ไคแท ราก ลำต้น ใบ - ทราบไหมว่าส่วนประกอบพืชแต่ละอย่างมีหน้าที่อย่างไรบ้าง (คนตรี)
3 รากกล้วยไม้	จากการทดลองที่ 9.6 นักเรียนทราบแล้วว่า ส่วนที่ทำหน้าที่ดูดน้ำและเกลือแร่ คือ รากขนอ่อน นอกจากรากขนอ่อนแล้วพืชยังมีรากแก้ว รากแขนง และรากฝอย - รากนอกจากมีหน้าที่ดูดน้ำและเกลือแร่แล้วยังมีหน้าที่อะไรอีกบ้าง (คนตรี) หน้าที่ของราก ไคแท สังเคราะห์แสง หายใจ (คนตรี)
4 หัวไชเท้า	สะสมอาหาร เป็นต้น (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
5 ต้นข้าวโพดกับมะเขือเทศ	- ถ้าใช้เกณฑ์ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่แล้วจะแบ่งรากได้เป็นกี่ประเภท (คนตรี)
6 รากของพืช	แบ่งรากได้ 2 ประเภท คือ รากแก้ว กับรากฝอย (คนตรี)
7 ลำต้นของพืช	เมื่อนักเรียนศึกษาหน้าที่ของรากแล้ว ลองมาศึกษาว่าลำต้นของพืชมีหน้าที่อย่างไร ลำต้นมีหน้าที่ลำเลียงน้ำ ลำเลียงอาหาร บางอย่างทำหน้าที่สังเคราะห์แสงได้ (คนตรี)
8 ต้นหญ้าไร่ไผ่	ถ้านักเรียนไปพบพืชชนิดหนึ่ง ลำต้นมีสีเขียว ไม่มีใบ ดังภาพ - นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดพืชชนิดนี้ยังมีชีวิตอยู่ได้ (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
9 ส่วนของลำต้นผักกาดซึ่งหักตามขวาง	จากการทดสอบเมื่อนำต้นผักกาดซึ่งเป็นไม้เนื้ออ่อนไปจุ่มในน้ำหมักแดงแล้วตัดลำต้นตามขวางและตามยาว ดังรูป - นักเรียนสังเกตเห็นท่อลำเลียงน้ำอยู่ในลักษณะอย่างไร จากการสังเกตจะเห็นท่อลำเลียงน้ำกระจายอยู่ทั่วไป (คนตรี)
10 ต้นมะม่วง, เชื้อ	ถ้าเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ประเภทไม้เนื้อแข็ง เช่น เชื้อ, มะม่วง, มะลิ - นักเรียนคิดว่าตำแหน่งของท่อลำเลียงน้ำจะเหมือนหรือต่างจากพืชใบเลี้ยงคู่ประเภทไม้เนื้ออ่อน ลองศึกษาต่อไป (คนตรี)
11 ต้นกำลังควั่นเปลือกของกิ่งไม้	เมื่อต้องการตัดกิ่งไม้ โดยควั่นเปลือกของกิ่งไม้ออกเหลือแต่แกนใน ดังภาพ (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
12 กิ่งไม้ที่คั่นเปลือกออกเหลือแต่แกนใน ในเวลา 7 วัน	เมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน เขาสังเกตเห็นว่า กิ่งไม้ยังอยู่เป็นปกติเหมือนเดิม คือ มีใบสีเขียวสด กิ่งไม้แห้งเหี่ยว จากสถานการณ์ทำให้เกิดปัญหาที่น่าสนใจคือ "ทำไมกิ่งไม้ยังมีลักษณะเป็นปกติเหมือนเดิม" จากปัญหานี้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึก ชุดที่ 6 ต่อไป (กนตรี)

เอกสารหมายเลข 1

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 6

เรื่อง ส่วนของลำต้นที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ

ควรใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1. ขั้นคิดหาคำตอบ

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ จากปัญหาในสถานการณ์จากสไลด์ไทย แล้ว
เขียนคำตอบให้ไว้มากที่สุด

1.
2.
3.

ฯลฯ

2. ขั้นตั้งสมมุติฐาน

ให้นักเรียนนำเหตุผลในขั้นที่ 1 ว่ามีข้อความใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการ
ทดลองมาเขียนเป็นสมมุติฐานให้อยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว....."

1.
2.
3.

ฯลฯ

3. ชั้นกำหนดตัวแปร

จากสมมุติฐานในชั้นที่ 2 ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) และ
ตัวแปรตาม (ตัวแปรที่เป็นผลจากสาเหตุ)

1.
2.
3.

ฯลฯ

4. ชั้นออกแบบการทดลอง

เมื่อตั้งสมมุติฐานใดแล้วจำเป็นต้องตรวจสอบว่าเป็นไปได้หรือไม่ ให้นักเรียนออกแบบ
การทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ตามรายการต่อไปนี้

1. กิ่งเข็มขนาดเท่ากันยาวประมาณ 30 เซนติเมตร 2 กิ่ง
2. ขวดปากกว้างพร้อมจุกเจาะรูตรงกลาง 2 ใบ
3. สำลี
4. ใบมีดโกน 1 ใบ
5. วาสลีน 1 ใบ

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์การทดลองได้อีกหากจำเป็นต้องใช้)

-
-
-
-
-
-
-

เอกสารหมายเลข 2

นักเรียนคงปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 เสร็จแล้วมาลองดูแนวคำตอบว่าตรงกับแนวคิดของนักเรียนหรือไม่

คำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือใกล้เคียงดังนี้

1. พืชมีท่อลำเลียงน้ำอยู่ส่วนแกนในสามารถลำเลียงน้ำไปสู่ส่วนต่าง ๆ ได้
2. พืชมีท่อลำเลียงอาหารอยู่ส่วนแกนในสามารถลำเลียงอาหารไปสู่ส่วนต่าง ๆ ได้
3. พืชมีทั้งท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหารอยู่แกนในสามารถลำเลียงน้ำและอาหารไปสู่ส่วนต่าง ๆ ได้

ฯลฯ

สมมุติฐาน เมื่อนำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐานก็ควรจะเขียนได้ดังนี้

1. ถ้าพืชมีท่อลำเลียงน้ำอยู่ส่วนแกนในสามารถลำเลียงน้ำไปสู่ส่วนต่าง ๆ แล้วกิ่งไม้จะมีลักษณะเหมือนเดิม
2. ถ้าพืชมีท่อลำเลียงอาหารอยู่ส่วนแกนในสามารถลำเลียงอาหารไปสู่ส่วนต่าง ๆ แล้วกิ่งไม้จะมีลักษณะเหมือนเดิม
3. ถ้าพืชมีทั้งท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหารอยู่แกนในสามารถลำเลียงน้ำและลำเลียงอาหารไปสู่ส่วนต่าง ๆ แล้วกิ่งไม้จะมีลักษณะเหมือนเดิม

ฯลฯ

สมมุติฐานที่นักเรียนเขียนจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้นต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบเสียก่อน เช่น จากสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าพืชมีท่อลำเลียงน้ำอยู่ส่วนแกนในสามารถลำเลียงน้ำไปสู่ส่วนต่าง ๆ แล้วกิ่งไม้จะมีลักษณะเหมือนเดิม"

การกำหนดตัวแปร นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตามจากสมมุติฐานได้ดังนี้

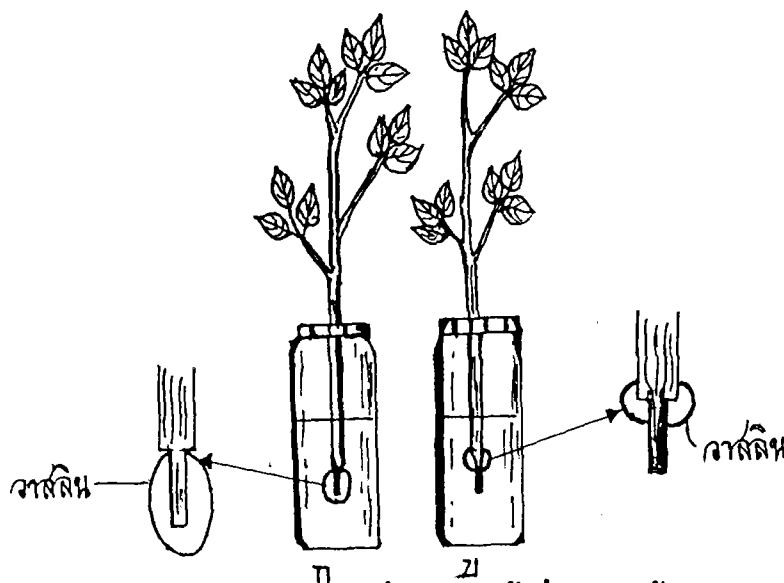
- | | | | |
|--------------|-----------------|-----------|------------------|
| 1. ตัวแปรต้น | ท่อลำเลียงน้ำ | ตัวแปรตาม | ลักษณะของกิ่งไม้ |
| 2. ตัวแปรต้น | ท่อลำเลียงอาหาร | ตัวแปรตาม | ลักษณะของกิ่งไม้ |

3. ตัวแปรต้น ท่อลำเลียงน้ำ, ท่อลำเลียงอาหาร ตัวแปรตาม ลักษณะของกิ่งไม้ ฯลฯ

ออกแบบการทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงสมมุติฐาน และการกำหนดตัวแปร

ในที่นี้จะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าพืชที่ท่อลำเลียงน้ำอยู่ส่วนแกนในสามารถลำเลียงน้ำไปสู่ส่วนต่าง ๆ แล้วกิ่งไม้จะมีลักษณะเหมือนเดิม" ดังนี้

1. ตัดกิ่งเข็มมา 2 กิ่ง ขนาดเท่ากันให้มีจำนวนใบพอ ๆ กัน นำมาแช่น้ำไว้
2. เตรียมขวดขนาดเท่ากัน 2 ใบ เจาะจุดเป็นรูโหว่เสียบกิ่งเข็มลงไปได้ ใส่ น้ำปริมาณเท่ากัน ในขวดทั้งสองให้เกือบเต็ม
3. ตัดปลายกิ่งเข็มในข้อ 1 ออกเล็กน้อย โดยตัดโคน แล้วเสียบลงในรูของจุดให้ลึกประมาณ 10 เซนติเมตร ถ้ากิ่งหลวมใช้สาลีพันช่วยให้อยึดกับรู
4. คว่ำเอาส่วนเปลือกนอกของปลายกิ่งออกให้เหลือ แต่แกนไม้ตรงกลางเป็นระยะประมาณ 3 เซนติเมตร จากปลาย แล้วเอาวาสลินเคลือบบริเวณนี้ กิ่งที่หนึ่งเคลือบแบบรูป ก กิ่งที่สองเคลือบแบบรูป ข
5. จุ่มกิ่งลงในขวดให้จุดปิดขวดพอดี ทำเครื่องหมายแสดงระดับน้ำของขวดทั้งสอง ตั้งทิ้งไว้ 7 วัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงของใบและระดับน้ำในขวดทั้งสองทุกวัน บันทึกผล



รูปการทดลองแสดงส่วนของลำต้นที่ลำเลียงน้ำ

ชุดสไลด์ที่ 7

เรื่อง พืชคายน้ำหรือไม่

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
1 พืชคายน้ำหรือไม่	นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องหน้าที่ของราก ลำต้น มาแล้ว เรามาศึกษาหน้าที่ของใบกันต่อไป - ทราบไหมว่าใบของพืชมีหน้าที่อย่างไรบ้าง (คนตรี)
2 หน้าที่	ใบของพืชมีหน้าที่หลายอย่าง เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การป้องกัน ศัตรูพืช เป็นต้น (คนตรี)
3 หน้าที่ใบสีเขียวและใบสีแดง	ในการสังเคราะห์แสงของพืชมีคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นสารสีเขียว ทำหน้าที่ดูดจับพลังงานแสง และการสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นมากในเวลา กลางวัน - ถ้านักเรียนไปพบพืชสองชนิด ค้างภาพ นักเรียนคิดว่าพืชชนิดใดที่จะสังเคราะห์แสงได้มาก เพราะเหตุใด (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
4 แสดงการหายใจของพืช	ในการหายใจของพืชนั้น นักเรียนทราบไหมว่า การหายใจของพืชเกิดขึ้นเวลาใด (คนตรี) การหายใจของพืชเกิดขึ้นตลอดเวลาเช่นเดียวกับการหายใจของสัตว์ โดยหายใจเอา ก๊าซออกซิเจนเข้าไป และคายก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ออกมา (คนตรี)
5 ทัศนภาพของหัวหอมแกงลิง ต้นกาบหอยแครง	ถ้าไปพบใบของพืชชนิดนี้จะมีลักษณะ ดังนี้ - นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงมีลักษณะ ดังกล่าว (คนตรี)
6 ทัศนภาพของแครงกำลังกินแมลง	คงมีนักเรียนบางคนคิดว่า เอาไว้ดักจับแมลง เป็นอาหาร เราทราบว่าพืชประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ - ถ้าใช้เกณฑ์ในการหายใจแล้ว นักเรียนจะแบ่ง ส่วนต่าง ๆ ของพืชออกเป็นกี่พวก ได้แก่ อะไรบ้าง (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
7 ศัพท์ลำเลียงน้ำ	นอกจากหน้าที่ดังกล่าวแล้ว นักเรียนคิดว่าใบยังมีหน้าที่สำคัญอะไรอีกบ้าง จากการเรียนเรื่อง การลำเลียงน้ำของพืช นักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่า น้ำที่พืชดูดขึ้นไปจากดินนั้น พืชนำไปใช้หมด หรือมีการขับถ่ายออกมา (คนตรี)
8 ผลไม้ในถุงพลาสติก	เมื่อเรานำผลไม้หรือใบไม้ใส่ถุงพลาสติกที่ไม่มีรูรั่ว แล้วใช้ยางรัดปากถุงให้แน่น ทิ้งไว้สักครูจะมีไอน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก ทำให้เกิดปัญหาที่สนใจว่า "ทำไมจึงมีไอน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก" จากปัญหานี้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกชุดที่ 7 ต่อไป (คนตรี)

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 7

เรื่อง พืชมีการคายน้ำหรือไม่

ควรใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1. ขั้นคิดหาคำตอบ

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ จากปัญหาในสถานการณ์จากสื่อที่พบ
แล้วเขียนคำตอบให้ได้อีกมากที่สุด

1.
2.
3.

ฯลฯ

2. ขั้นตั้งสมมติฐาน

ให้นักเรียนนำเหตุผลในขั้นที่ 1 ว่ามีข้อความใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการ
ทดลองมาเขียนเป็นสมมติฐานให้อยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว....."

1.
2.
3.

ฯลฯ

3. ชั้นกำหนดตัวแปร

จากสมมุติฐานในชั้นที่ 2 ในนักเรียนระบุตัวแปรต้น (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) และตัวแปรตาม (ตัวแปรที่เป็นผลจากสาเหตุ)

1.
2.
3.

ฯลฯ

4. ชั้นออกแบบการทดลอง

เมื่อตั้งสมมุติฐานได้แล้วจำเป็นต้องตรวจสอบว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ ในนักเรียนออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์การทดลองที่กำหนดให้ตามรายการต่อไปนี้

- | | |
|---------------------------------|--------|
| 1. กิ่งชำหรือผู้ระหง | 2 กิ่ง |
| 2. ถังพลาสติกขนาด 20 cm x 20 cm | 2 ใบ |
| 3. เชือกยาว 25 เซนติเมตร | 2 เส้น |
| 4. ขวดปากกว้าง | 1 ใบ |

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์ใดหากนักเรียนจำเป็นต้องใช้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารหมายเลข 2

นักเรียนคงปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 เสร็จแล้ว มาลองดูแนวคำตอบว่า ตรงกับแนวคิดของนักเรียนหรือไม่

คำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือใกล้เคียง ดังนี้

1. พืชมีการคายน้ำ
2. พืชหายใจ
3. พืชสังเคราะห์แสง

ฯลฯ

สมมุติฐาน เมื่อนำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐาน ก็ควรจะเขียนได้ ดังนี้

1. ถ้าพืชมีการคายน้ำ แล้วจะมีไอน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก
2. ถ้าพืชหายใจแล้ว จะมีไอน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก
3. ถ้าพืชสังเคราะห์แสงแล้ว จะมีไอน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก

ฯลฯ

สมมุติฐานที่นักเรียนเขียนจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้น ต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบเสียก่อน เช่น จากสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าพืชมีการคายน้ำแล้ว จะมีไอน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก"

การกำหนดตัวแปร นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม จากสมมุติฐานได้ดังนี้

1. ตัวแปรต้น การคายน้ำของพืช ตัวแปรตาม ไอน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก
2. ตัวแปรต้น การหายใจของพืช ตัวแปรตาม ไอน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก
3. ตัวแปรต้น การสังเคราะห์แสง ตัวแปรตาม ไอน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก

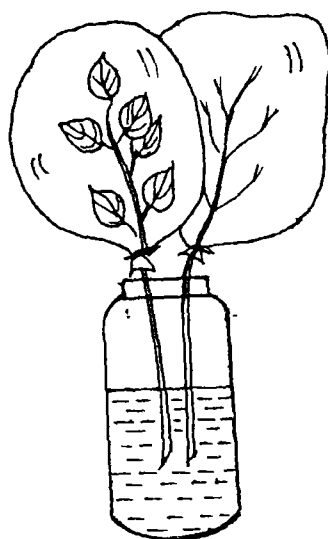
ฯลฯ

ออกแบบการทดลอง นักเรียนออกแบบโดยคำนึงถึงสมมุติฐาน และการกำหนดตัวแปร

ในที่นี้จะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าพืชมีการคายน้ำแล้วจะมีไอน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก" ดังนี้

1. ตัดกิ่งชบาหรือพุทธรักษา 2 กิ่ง นำมาปักแช่ไว้ในขวด
2. นำถุงพลาสติกใบหนึ่งมาหุ้มกิ่งที่ 1 อีกใบหนึ่งมาหุ้มกิ่งที่ 2 ซึ่งตัดใบออกหมด

ใช้เชือกผูกรวบถุงตรงโคนให้แน่น นำไปตั้งไว้ในที่ซึ่งถูกแสงแดด ประมาณ 10-15 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล ดังรูป



แสดงการทดลองการคายน้ำของพืช

ชุดสไลด์ที่ 8

เรื่อง การรับ - การถ่ายทอดและปอจดจำลอง

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
1 การรับ-คายก๊าซและปอดจำลอง	(คนตรี)
2 คณิต	นักเรียนได้ศึกษาการลำเลียงก๊าซในพืชมาแล้วว่าพืชมีการรับและการปล่อยก๊าซทางรูใบ จากนั้นก๊าซก็ถูกลำเลียงไปยังเซลล์อื่น ๆ โดยการแพร่ นักเรียนทราบไหมว่าสัตว์ชนิดต่าง ๆ มีการรับและคายก๊าซอย่างไรบ้าง เราลองศึกษากันต่อไป (คนตรี)
3 ปลา	นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ปลาใช้อวัยวะใดในการหายใจ (คนตรี)
4 ปลากำลังหายใจ	ปลาใช้เหงือกในการหายใจ จากภาพนักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง (คนตรี) ปลากำลังอ้าปากไหนน้ำไหลผ่านเหงือก ทำไมปลาจึงต้องอ้าปากไหนน้ำไหลผ่านเหงือก (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
5 ภาพเหงือกปลา	ปลาอาปากให้เหงือกไหลผ่านเหงือกเพราะว่าต้องการรักษาออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำแพร่เข้าสู่เซลล์ของเส้นเหงือก และเข้าสู่หลอดเลือดได้ แล้วนำก๊าซไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (คนตรี)
6 ไส้เดือน	นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ไส้เดือนใช้วิธีอะไรในการหายใจ (คนตรี)
7 ผิวหนังไส้เดือน	ไส้เดือนใช้ผิวหนังในการหายใจโดยที่ก๊าซจะผ่านเข้าและออกจากเซลล์ทางเยื่อหุ้มเซลล์ (คนตรี)
8 ภาพผีเสื้อ	แมลง เช่น ผีเสื้อ
9 ภาพตั๊กแตน	ตั๊กแตน ใช้วิธีอะไรในการหายใจ (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
10 สนับลำตัวของตั๊กแตน	แมลงใช้ทอลมในการหายใจ โดยที่ผนังของลำตัวมีรูเล็ก ๆ เป็นทางให้อากาศผ่านเข้าออก จะติดต่อกับทอลมและถุงลม ทอลมมีขนาดเล็กแตกแขนงไปทั่วลำตัว เพื่อให้ก๊าซออกซิเจนแพร่ออกไปสู่ช่องเหลวหรือเลือดและเลือดจะนำก๊าซไปสู่เซลล์ต่อไป (คนตรี)
11 คนกำลังฉีดยา	ในการปราบแมลง เช่น ตั๊กแตน จะใช้ยาฆ่าแมลงโดยการฉีดยาไปที่ลำตัวของตั๊กแตน - นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงฉีดยาไปที่ลำตัวของตั๊กแตน (คนตรี)
12 กุ้ง หมึก ปู	นักเรียนคิดว่า กุ้ง ปู หมึก หายใจด้วยวิธีอะไร (คนตรี) กุ้ง ปู หมึก หายใจด้วยเหงือกเช่นเดียวกับปลา (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
13 กิ่งกือ ผีเสื้อ ตะขาบ หอยทาก หมึก กุ้ง	ถ้ามีสัตว์ต่าง ๆ ดังภาพ - นักเรียนจะแบ่งสัตว์ใดก็พวก ถ้าใช้วิธีในการหายใจเป็นเกณฑ์ (คนตรี)
14 หอยทาก หมึก กุ้ง กิ่งกือ ผีเสื้อ ตะขาบ	แบ่งได้ 2 พวก คือ พวกหายใจด้วยเหงือก ไคแก่ หอยทาก หมึก กุ้ง พวกหายใจด้วยทอลม ไคแก่ กิ่งกือ ผีเสื้อ ตะขาบ (คนตรี)
15 สัตว์เซลล์เดียว	ถ้าจะเขียนแผนภาพแสดงการรับและการคายกาซของสัตว์เซลล์เดียว เพื่อให้เข้าใจง่าย นักเรียนจะเขียนแผนภาพได้อย่างไร (คนตรี)
16 $\begin{array}{ccc} & \text{แพร่ผ่าน} & \\ \text{กาซภายนอกเซลล์} & \longrightarrow & \text{ภายในเซลล์} \\ & \text{เซลล์เมมเบรน} & \end{array}$	เมื่อนักเรียนเขียนแผนภาพแล้ว คราวนี้ลองมาพิจารณาการเขียนแผนภาพ ดังในภาพ ซึ่งพิจารณาแล้วว่าเป็นแผนภาพที่เข้าใจง่าย (คนตรี)

	บทบรรยาย
17 การรู้ตน	นักเรียนไทรราบเกี่ยวกับอวัยวะที่ใช้ในการหายใจของสัตว์ต่าง ๆ มาแล้ว - ทราบไหมว่าอวัยวะที่ช่วยในการหายใจของนกคืออะไร (คนตรี)
18 ปอดคน	อวัยวะช่วยในการหายใจของคนคือ ปอด และทราบไหมว่าปอดทำงานอย่างไร - ให้ศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ (คนตรี)
18 เด็กกำลังเป่าลูกโป่ง "ทำไมขนาดของลูกโป่งจึงต่างกัน"	ขณะที่ วิชิตเป่าลูกโป่งอยู่นั้น มาลีก็สังเกตเห็นว่าเริ่มแรกลูกโป่งจะมีขนาดเล็ก และค่อย ๆ โตขึ้นเรื่อย ๆ มาลีจึงเกิดความสงสัยว่า "ทำไมขนาดของลูกโป่งจึงต่างกัน" จากปัญหาที่มาลีสงสัยนี้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกหัดที่ 8 ต่อไป (คนตรี)

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 8

เรื่อง การรับ-การคายก๊าซและปอดจำลอง

ควรใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1. ชั้นคิดหาคำตอบ

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ จากปัญหาในสถานการณ์จากสไลด์เฟล แล้วเขียนคำตอบให้ได้มากที่สุด

1.
2.
3.

ฯลฯ

2. ชั้นตั้งสมมุติฐาน

ให้นักเรียนนำเหตุผลในชั้นที่ 1 ว่ามีข้อความใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดลองมาเขียนเป็นสมมุติฐานให้อยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว....."

1.
2.
3.

ฯลฯ

3. ^๕ ชนกำหนดตัวแปร

จากสมมุติฐานในชั้นที่ 2 ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) และตัวแปรตาม (ตัวแปรที่เป็นผลจากสาเหตุ)

1.
2.
3.

୩୭୩

4. ^๕ **ชนออกแบบการทดลอง**

เมื่อต้องสมัครงานใดแล้วจำเป็นต้องตรวจสอบว่าเป็นไปไหนหรือไม่ ให้นักเรียนออกแบบ
การทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ตามรายการต่อไปนี้

ปอดจำลอง 1 ชุด

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์ได้อีกหากนักเรียนจำเป็นต้องใช้)

- [illegible]

นักเรียนคงปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 เสร็จแล้วมาลองดูแนวคำตอบว่าตรงกับแนวคิดของนักเรียนหรือไม่

คำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือใกล้เคียงดังนี้

1. ความกดดันอากาศต่างกัน
2. อากาศขยายตัวไม่เท่ากัน
3. ยางของลูกโป่งขยายตัวไม่เท่ากัน

ฯลฯ

สมมุติฐาน เมื่อนำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐาน ก็ควรจะได้ดังนี้

1. ถ้าความดันอากาศต่างกันแล้วขนาดของลูกโป่งจะต่างกัน
2. ถ้าอากาศขยายตัวไม่เท่ากันแล้วขนาดของลูกโป่งจะต่างกัน
3. ถ้ายางของลูกโป่งขยายตัวไม่เท่ากันแล้วขนาดของลูกโป่งจะต่างกัน

ฯลฯ

สมมุติฐานที่นักเรียนเขียนจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้น ต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบก่อน เช่น จากสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าความดันอากาศต่างกันแล้วขนาดของลูกโป่งจะต่างกัน"

การกำหนดตัวแปร นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม จากสมมุติฐานได้ดังนี้

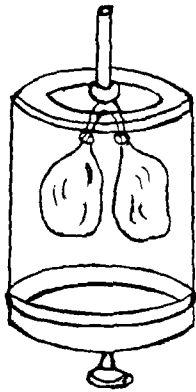
- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1. ตัวแปรต้น ความดันอากาศ | ตัวแปรตาม ขนาดของลูกโป่ง |
| 2. ตัวแปรต้น การขยายตัวของอากาศ | ตัวแปรตาม ขนาดของลูกโป่ง |
| 3. ตัวแปรต้น ยางลูกโป่ง | ตัวแปรตาม ขนาดของลูกโป่ง |

ฯลฯ

ออกแบบการทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงสมมุติฐานและการกำหนดตัวแปร

ในที่นี้จะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าความดันอากาศต่างกันแล้ว ขนาดของลูกโป่งจะต่างกัน" ดังนี้

1. จัดเครื่องมือดังรูป



รูปแสดงปอดจำลอง

2. ดึงแผ่นยางลงช้า ๆ สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล
3. ปล่อยแผ่นยางเข้าสู่สภาพเดิม แล้วดึงเข้าไปข้างใน สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล

ชุดสไลด์ที่ 9

เรื่อง การทำงานของหัวใจ

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
1 การทำงานของหัวใจ	(คนตรี)
2 ส่วนประกอบของเลือด	จากการศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบของเลือด นักเรียนทราบแล้วว่า เลือดประกอบด้วย เม็ดเลือด น้ำเลือด และแผ่นเลือด นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เลือดมีหน้าที่อย่างไร (คนตรี)
3 เลือด	เลือดมีหน้าที่ลำเลียงอาหาร ออกซิเจน และ สารต่าง ๆ ให้แก่เซลล์ทั่วร่างกาย และลำเลียง คาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากการเผาไหม้ อาหาร เพื่อกำจัดออกจากร่างกาย นักเรียนสงสัยหรือไม่ว่า เลือดไหลเวียนไปทั่วร่างกายได้อย่างไร (คนตรี)
4 ระบบเลือดของร่างกาย	เลือดไหลเวียนไปทั่วร่างกายทางหลอดเลือด จากรูป นักเรียนจะแบ่งหลอดเลือดออกเป็นกี่พวก และใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
5 หลอดเลือดดำ หลอดเลือดแดง หลอดเลือดฝอย	นักเรียนอาจแบ่งหลอดเลือดออกเป็น 3 พวก ได้แก่ หลอดเลือดดำ หลอดเลือดแดง และ หลอดเลือดฝอย โดยใช้หน้าที่ของหลอดเลือด เป็นเกณฑ์ เมื่อนักเรียนได้ศึกษาหน้าที่เลือดและหลอดเลือด แล้ว ทราบไหมว่าอวัยวะที่ทำหน้าที่เป็นเครื่อง สูบน้ำเลือดคืออะไร (คนตรี)
6 หัวใจ	หัวใจทำหน้าที่สูบน้ำเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ถ้าจะเขียนแผนภาพแสดงการหมุนเวียนของ เลือดในร่างกาย เพื่อให้เข้าใจง่าย นักเรียน คิดว่าจะเขียนอย่างไร (คนตรี)
7 แผนภาพแสดงการหมุนเวียนของเลือด ในร่างกาย	เมื่อนักเรียนได้ลองเขียนแผนภาพแล้ว คราวนี้ มาลองพิจารณา การเขียนแผนภาพ ดังในรูป ซึ่งพิจารณาแล้วว่าเข้าใจง่าย (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
8 หัวใจห้องล่างซ้าย	หัวใจของเรามี 4 ห้อง หัวใจห้องล่างซ้ายมีผนังหนาที่สุด นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใด (คนตรี)
9 ลิ้นก้นหัวใจและหลอดเลือดดำ	หัวใจและหลอดเลือดดำมีลิ้นก้นเพื่อป้องกันไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ ถ้าลิ้นก้นหัวใจและลิ้นหลอดเลือดดำถูกทำลาย นักเรียนคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้น (คนตรี)
10 การไหลเวียนของเลือดเข้าออก จากหัวใจ	นักเรียนทราบไหมว่า หัวใจทำงานอย่างไรให้ ลองศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ จากการศึกษาของ วิลเลียม ฮาร์วีย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ พบว่า เลือดมีการไหล ไปทางเดียวกันในหลอดเลือดจากหัวใจไปยังส่วน ต่าง ๆ ของร่างกาย แล้วไหลกลับคืนสู่หัวใจ นักเรียนสงสัยไหมว่า "ทำไมเลือดจึงไหลออก และกลับเข้าสู่หัวใจได้" จากปัญหาที่สงสัยนี้ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมใน แบบฝึกหัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 9 ต่อไป (คนตรี)

เอกสารหมายเลข 1

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 9

เรื่อง การทำงานของหัวใจ

ควรใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1. ชั้นคิดหาคำตอบ

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ จากปัญหาในสถานการณ์จากสไลด์เพ
แล้วเขียนคำตอบให้ไ้มากที่สุด

1.
2.
3.

ฯลฯ

2. ชั้นตั้งสมมุติฐาน

ให้นักเรียนนำเหตุผลในชั้นที่ 1 ว่ามีข้อความใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการ
ทดลองมาเขียนเป็นสมมุติฐานให้อยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว....."

1.
2.
3.

ฯลฯ

3. ^๕ชนกำหนดตัวแปร

จากสมมุติฐานในขั้นที่ 2 ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) และ
ตัวแปรตาม (ตัวแปรที่เป็นผลจากสาเหตุ)

1.
2.
3.

୩୩୫

4. ^๒ ขั้นตอนแบบการทดลอง

เมื่อตั้งสมมุติฐานไว้แล้วจำเป็นต้องตรวจสอบว่าเป็นไปได้หรือไม่ ให้นักเรียนออกแบบ
การทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ตามรายการต่อไปนี้

๑. หัวใจจำลอง ๑ ชุด

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์ได้หากนักเรียนจำเป็นต้องใช้)

[illegible]

เอกสารหมายเลข 2

นักเรียนคงปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 แล้วเสร็จแล้วมาลองดูแนวคำตอบว่าตรงกับแนวคิดของนักเรียนหรือไม่

คำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือใกล้เคียงดังนี้

1. หัวใจบีบ – คลายตัว
2. หัวใจเต้น
3. ลิ้นก้นหัวใจปิดเปิด

ฯลฯ

สมมุติฐาน เมื่อนำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐานก็ควรจะได้ดังนี้

1. ถ้าหัวใจบีบตัวและคลายตัวแล้วเลือดจะไหลออกและกลับคืนสู่หัวใจ
2. ถ้าหัวใจเต้นแล้วเลือดจะไหลออกและกลับคืนสู่หัวใจ
3. ถ้าลิ้นก้นหัวใจเปิดปิดแล้วเลือดจะไหลออกและกลับคืนสู่หัวใจ

ฯลฯ

สมมุติฐานที่นักเรียนเขียนจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้นต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบเสียก่อน เช่น จากสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าหัวใจบีบและคลายตัวแล้วเลือดจะไหลออกและกลับคืนสู่หัวใจ"

การกำหนดตัวแปร นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม จากสมมุติฐานได้ ดังนี้

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. ตัวแปรต้น การบีบและคลายตัวของหัวใจ | ตัวแปรตาม การไหลของเลือด |
| 2. ตัวแปรต้น การเต้นของหัวใจ | ตัวแปรตาม การไหลของเลือด |
| 3. ตัวแปรต้น การเปิดปิดของลิ้นก้นหัวใจ | ตัวแปรตาม การไหลของเลือด |

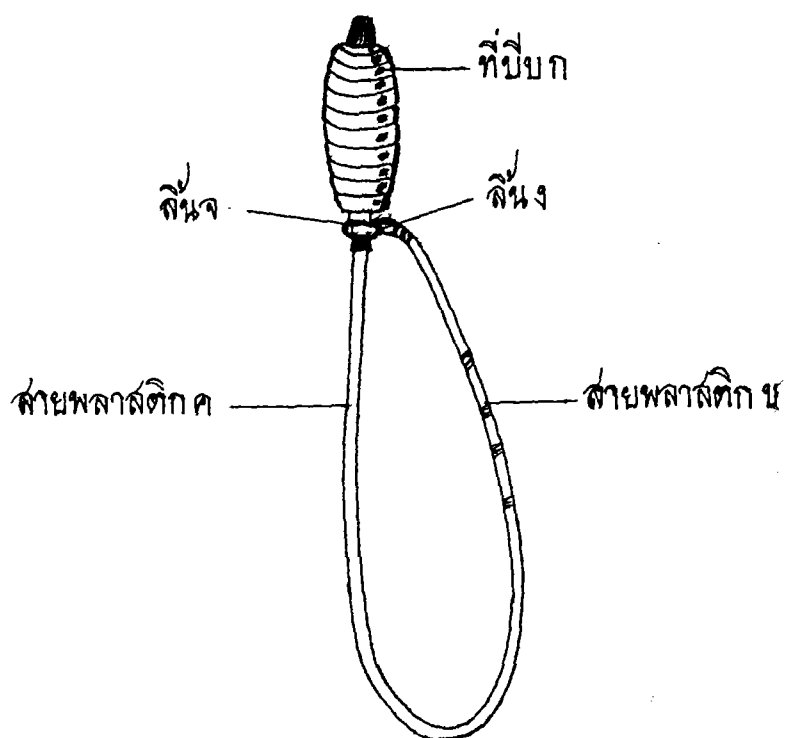
ฯลฯ

ออกแบบการทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงสมมุติฐาน และการกำหนดตัวแปร

ในที่นี้จะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าหัวใจบีบและคลายตัวแล้ว เลือดจะไหลออกและกลับคืนสู่หัวใจ" ดังนี้

1. วางเครื่องมือแบบจำลองหัวใจบนโต๊ะ ให้สายพลาสติกหาวไปบนพื้นโต๊ะ
2. บีบตรงที่บีบ ก. ติดต่อกันเป็นจังหวะ สังเกตทิศทางการไหลของน้ำ โดยดูจาก การเคลื่อนที่ของเม็ดโฟมสีหรือฟองอากาศในสายพลาสติก และสังเกตการปิดเปิดของลิ้น ง

และ จ



รูป แบบจำลองหัวใจ

ชุดสไลด์ที่ 10

เรื่อง การเคนของพืช

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
1 การเดินของชีพจร	(คนตรี)
2 คนกำลังประกอบกิจกรรมต่าง ๆ	จากการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานการดำรงชีวิต นักเรียนทราบแล้วว่าร่างกายต้องการพลังงานจากอาหารเพื่อความอบอุ่นและเพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าการใช้พลังงานเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ เช่น นั่ง ยืน เดิน นอน หรือวิ่ง จะแตกต่างกันหรือไม่ (คนตรี)
3 ตารางแสดงการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อ 1 ชั่วโมงต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม	จากตารางกิจกรรมใดที่ใช้พลังงานมากที่สุด (คนตรี)
4 ภาพคนออกกำลังกาย (วิ่ง, ว่ายน้ำ)	กิจกรรมที่ใช้พลังงานมากที่สุด การออกกำลังกาย (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
5 ตารางแสดงการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อ 1 ชั่วโมงต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม	จากตารางดำให้เขียนกราฟแสดงการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ของเพศชาย เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการพิจารณาและเข้าใจง่าย นักเรียนคิดว่าควรเขียนกราฟอะไร และจะแสดงอะไรบ้าง (คนตรี)
6 กราฟแสดงการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ	เมื่อนักเรียนได้ลองเขียนกราฟแล้ว คราวนี้ลองมาพิจารณาการเขียนกราฟ ทั้งในภาพ ซึ่งพิจารณาแล้วว่าเป็นกราฟที่ถูกต้องและเข้าใจได้ง่าย นักเรียนคิดว่าพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้มาจากไหน (คนตรี)
7 นักประคาน้ำ	พลังงานนี้ได้จากขบวนการหายใจ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของอาหารภายในเซลล์กับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแล้วให้พลังงานออกมาสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ นอกจากนี้ยังได้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
8 ภาพหัวใจ	นักเรียนศึกษามาแล้วว่าเลือดทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร ออกซิเจน สารต่าง ๆ และคาร์บอนไดออกไซด์ ให้กับเซลล์และออกจากเซลล์ ซึ่งเลือดจะไหลเวียนไปทั่วโดยมีหัวใจทำหน้าที่สูบฉีดเลือด เข้าสู่หลอดเลือดแดง และไหลกลับเข้าสู่หัวใจทางหลอดเลือดดำ และนำไปฟอกที่ปอดเป็นเช่นนี้ตลอดไป จึงทำให้เรากำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ถ้าเมื่อใดหัวใจหยุดเต้นเราก็จะมีชีวิตอยู่ไม่ได้ (คนตรี)
9 ภาพแสดงเส้นเลือด	นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่าหัวใจของนักเรียนเองหรือของคนที่หนึ่งในกิจกรรมต่าง ๆ เต้นเร็วเท่ากันหรือแตกต่างกันอย่างไร ให้ลองศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้ (คนตรี)
10 ภาพเด็กกำลังวิ่ง	ปรีชา กับเพื่อน ๆ เล่นมาทานข้าวกลางวันที่บ้านทุกวัน แต่วันนี้ปรีชาและเพื่อน ๆ ทานข้าวเพลิน ขณะเดินไปโรงเรียนได้ยินเสียงระฆังตีบอกเวลาเข้าชั้นเรียน จึงพากันวิ่งเพื่อไปให้ถึงโรงเรียนเร็วที่สุด (คนตรี)

หมายเลขสไลด์	บทบรรยาย
11 ภาพเด็กเอามือแตะหน้าอก และชีพจร	เมื่อถึงโรงเรียนแล้ว ปรีชาสังเกตตัวเองว่าต้องหายใจดีขึ้นและเมื่อเอามือแตะบริเวณใกล้หัวใจพบว่าหัวใจเต้นเร็วมาก เพื่อน ๆ ก็สังเกตพบเช่นเดียวกับปรีชา จึงพากันสงสัยปัญหาว่า "ทำไมการเต้นของหัวใจจึงแตกต่างกัน" จากปัญหาที่สงสัยนี้ให้นักเรียนช่วยปรีชาและเพื่อน ๆ คิดโดยปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชุดที่ 10 ต่อไป (คนตรี)

แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 10

เรื่อง การเดินของชีพจร

ควรใช้เวลาประมาณ 20 นาที

1. ชนิดคำถามคำตอบ

ให้นักเรียนคิดหาเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ จากปัญหาในสถานการณ์จากสไลด์เทป
แล้วเขียนคำตอบให้ได้มากที่สุด

1.
2.
3.

ฯลฯ

2. ชนิดคำถามเลือก

ให้นักเรียนนำเหตุผลในข้อที่ 1 ว่ามีข้อความใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้ควยวิธีการ
ทดลองมาเขียนเป็นสมมุติฐานให้อยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว....."

1.
2.
3.

ฯลฯ

3. ชั้นกำหนดตัวแปร

จากสมมุติฐานในชั้นที่ 2 ให้นักเรียนระบุตัวแปรต้น (ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ) และ
ตัวแปรตาม (ตัวแปรที่เป็นผลจากสาเหตุ)

1.
2.
3.

ฯลฯ

4. ชั้นออกแบบการทดลอง

เมื่อตั้งสมมุติฐานได้แล้วจำเป็นต้องตรวจสอบว่าเป็นไปได้หรือไม่ ให้นักเรียนออกแบบ
การทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ตามรายการต่อไปนี้

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ | 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 2. จุกคอร์ก | 1 อัน |
| 3. หลอดทดลองขนาดเล็ก | 2 อัน |
| 4. หลอดกาแฟ | 2 หลอด |
| 5. นาฬิกา | |

(นักเรียนสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์ได้อีกหากนักเรียนจำเป็นต้องใช้)

-
-
-
-
-
-
-

เอกสารหมายเลข 2

นักเรียนคงปฏิบัติกิจกรรมในเอกสารหมายเลข 1 เสร็จแล้วมาลองดูแนวคำตอบว่า
ตรงกับแนวคิดของนักเรียนหรือไม่

คำตอบที่เป็นไปได้ นักเรียนอาจตอบได้หรือใกล้เคียง ดังนี้

1. เพศหญิงและเพศชาย
2. อิริยาบถ
3. ขนาดของร่างกาย

ฯลฯ

สมมุติฐาน เมื่อนำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐาน ก็ควรจะเขียนได้ดังนี้

1. ถ้าเพศต่างกันแล้วการเต้นของหัวใจจะต่างกัน
2. ถ้าอิริยาบถต่างกันแล้วการเต้นของหัวใจจะต่างกัน
3. ถ้าขนาดของร่างกายต่างกันแล้วการเต้นของหัวใจจะต่างกัน

ฯลฯ

สมมุติฐานที่นักเรียนเขียนจะมีความเป็นไปได้เพียงใดนั้น ต้องมีการพิสูจน์ตรวจสอบ
เสียก่อน เช่น จากสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าอิริยาบถต่างกันแล้ว การเต้นของหัวใจจะต่างกัน"

การกำหนดตัวแปร นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม จากสมมุติฐาน ได้ดังนี้

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. ตัวแปรต้น เพศ | ตัวแปรตาม การเต้นของหัวใจ |
| 2. ตัวแปรต้น อิริยาบถ | ตัวแปรตาม การเต้นของหัวใจ |
| 3. ตัวแปรต้น ขนาดของร่างกาย | ตัวแปรตาม การเต้นของหัวใจ |

ฯลฯ

ออกแบบการทดลอง นักเรียนออกแบบการทดลองโดยคำนึงถึงสมมุติฐาน และการกำหนดตัวแปร

ในที่นี้จะออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ว่า "ถ้าอิริยาบถต่างกันแล้วการเต้นของหัวใจจะต่างกัน" ดังนี้

1. หางายมือซ้ายขึ้นใช้นิ้วชี้และนิ้วกลางของมือขวาแตะที่ข้อมือซ้าย หาคำแห่งที่รู้สึกว่าการเต้นของหัวใจ
 2. วางนิ้วอยู่ที่ตำแหน่งนั้น นับจำนวนครั้งของการเต้นภายในเวลา 1 นาที ทำ 2 ครั้ง บันทึกผลแล้วหาค่าเฉลี่ย
 3. ใส่สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในหลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด หลอดละประมาณ 5 cm^3 จุ่มหลอดกาแฟลงในสารละลายหลอดที่ 1 สำหรับหลอดที่ 2 ปิดจุกให้แน่น
 4. อมหลอดกาแฟซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลายของหลอดที่ 1 หายใจออกทางปากผ่านหลอดกาแฟลงสู่สารละลายในเวลา 1 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล ดึงหลอดกาแฟออกแล้วปิดจุกให้แน่น
 5. ให้นักเรียนออกกำลังกายโดยออกวิ่ง กระโดด หรือยืนแล้วนั่งสลับกันหลาย ๆ ครั้ง
 6. ในขณะที่ยังรู้สึกเหนื่อยอยู่ให้รีบวัดชีพจรตามวิธีในข้อ 1 โดยให้เพื่อนช่วยกันวัดให้
- บันทึกผลการทดลอง
7. ในขณะที่เดียวกันจุ่มหลอดกาแฟลงในหลอดที่ 2 หายใจออกทางปากเป็นเวลา 1 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง เปรียบเทียบกับหลอดที่ 1 บันทึกผล

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง

- ข้อสอบฉบับนี้มีจำนวน 60 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 60 นาที
- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วกาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ เช่น คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก.

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
1.	X				
2.					

- ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบในข้อเส้น 2 เส้น ให้เครื่องหมาย X แล้วกาเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่ต้องการใหม่ เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก. เป็นข้อ ง. ทำดังนี้

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
1.	X			X	
2.					

- ให้นักเรียนเขียน ชื่อ ชั้น และเลขที่นั่งในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียนเรียบร้อยแล้วทำข้อสอบ

1. เซลล์พืชกับเซลล์สัตว์แตกต่างกันอย่างไร
 - ก. เซลล์พืชมีผนังเซลล์ เซลล์สัตว์มีคลอโรพลาสต์
 - ข. เซลล์พืชมีผนังเซลล์ เซลล์สัตว์ไม่มีผนังเซลล์
 - ค. เซลล์พืชไม่มีผนังเซลล์ เซลล์สัตว์มีผนังเซลล์
 - ง. เซลล์พืชมีนิวเคลียส เซลล์สัตว์ไม่มีนิวเคลียส
 - จ. เซลล์พืชไม่มีนิวเคลียส เซลล์สัตว์มีนิวเคลียส
2. ถ้าหัวใจเป็นสิ่งสำคัญของมนุษย์ อยากทราบว่าอะไรเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของเซลล์
 - ก. ผนังเซลล์
 - ข. เซลล์เมมเบรน
 - ค. ไรโบโซม
 - ง. ไซโทพลาสซึม
 - จ. นิวเคลียส
3. หน้าที่ของสารสีเขียวในคลอโรพลาสต์เทียบได้กับหน้าที่ของสิ่งใด
 - ก. เอนไซม์ในขบวนการย่อยอาหาร
 - ข. รงควัตถุในขบวนการสังเคราะห์
 - ค. การพักตัวของนกในรัง
 - ง. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขบวนการย่อยอาหาร
 - จ. แสงแดดในการตากผ้า
4. ส่วนประกอบของเซลล์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการผ่านเข้าและออกจากเซลล์ของสาร คืออะไร
 - ก. ผนังเซลล์
 - ข. ไซโทพลาสซึม
 - ค. เซลล์เมมเบรน
 - ง. คลอโรพลาสต์
 - จ. นิวเคลียส

5. ถ้าต้องการทราบว่าน้ำลายของนักเรียนเป็น กรด-เบส หรือไม่ นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร จึงจะเหมาะสม

- ก. นำน้ำลายมาทดสอบกับกระดาษขมิ้น
- ข. นำน้ำลายมาทดสอบกับกระดาษลิตมัส
- ค. นำน้ำลายมาทดสอบกับไลนออฟทาไลน์
- ง. นำน้ำลายมาทดสอบกับสารละลายไฮโดรคลอริก
- จ. นำน้ำลายมาทดสอบกับแคลเซียมคาร์บอเนต

6. ในการใช้กระดาษแก้วทดสอบเกี่ยวกับการแพร่ กระดาษแก้วเปรียบได้กับสิ่งใด

- ก. ผนังเซลล์
- ข. เซลล์เมมเบรน
- ค. นิวเคลียส
- ง. ไซโทพลาสซึม
- จ. คลอโรพลาสต์

7. นำน้ำแป้งสุกและน้ำลายใส่ลงในถุงกระดาษแก้ว แล้วนำถุงกระดาษแก้วไปแช่ในกลองพลาสติก แล้วตักน้ำจากกลองพลาสติกไปทดสอบหาโมเลกุลของสาร กับสารละลายไอโอดีนและสารละลายเบเนดิกต์

จากข้อมูลดังกล่าวขั้นตอนการทดลองใดไม่จำเป็น

- ก. นำถุงกระดาษแก้วไปแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 20 - 25 นาที
- ข. นำน้ำในกลองพลาสติกใส่หลอดทดลองขนาดกลาง 2 หลอด
- ค. ทดสอบน้ำในหลอดทดลอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
- ง. เทน้ำแป้งสุกและน้ำลายใส่ถุงกระดาษแก้วแล้วรัดปากถุงให้แน่น
- จ. สังเกตน้ำในกลองพลาสติกว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ บันทึกผลการทดลอง

คำชี้แจง จากตารางออกแบบการทดลอง ใช้ตอบคำถามข้อ 8 - 11

หลอกล่	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลการทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์
1	น้ำแป้ง ≠ น้ำลาย	
2	น้ำแป้ง ≠ น้ำลายต้ม	
3	น้ำแป้ง ≠ น้ำลาย ≠ กรดไฮโดรคลอริก	
4	น้ำแป้ง ≠ น้ำลาย ≠ โซเดียมไฮดรอกไซด์	

8. ตารางออกแบบการทดลองนี้ต้องการทดสอบสมมุติฐานข้อใด

- ก. สารละลายเบเนดิกต์ใช้เป็นตัวบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ในน้ำลาย
- ข. ถ้าเอนไซม์ในน้ำลายไม่ถูกทำลาย สารละลายเบเนดิกต์จะมีสีน้ำตาล
- ค. เอนไซม์ในน้ำลายทำงานได้ดีเมื่อมีแป้งอยู่ด้วย
- ง. เอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงานเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรด, เซส และอุณหภูมิสูง
- จ. เอนไซม์ในน้ำลายทำงานได้ดี เมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรด, เบส และอุณหภูมิสูง

9. หลอกล่ใดเมื่อนำไปต้มแล้วสีของสารละลายเบเนดิกต์จะเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาล หรือสีอิฐ

- ก. หลอกล่ 1
- ข. หลอกล่ 2
- ค. หลอกล่ 3
- ง. หลอกล่ 4
- จ. หลอกล่ 3 และ 4

10. หลอดใดเมื่อนำไปต้มแล้ว สีของสารละลายเบเนกติกจะไม่เปลี่ยนแปลง

- ก. หลอดที่ 1 กับ 2
- ข. หลอดที่ 3 กับ 4
- ค. หลอดที่ 1, 2 และ 3
- ง. หลอดที่ 2, 3 และ 4
- จ. หลอดที่ 1, 3 และ 4

11. จากข้อมูลหลอดใดเป็นหลอดควบคุม

- ก. หลอดที่ 1
- ข. หลอดที่ 2
- ค. หลอดที่ 3
- ง. หลอดที่ 4
- จ. หลอดที่ 2, 3 และ 4

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 12 - 13

จากการทดลอง นำน้ำลายผสมแป้งสุกในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด แล้วนำหลอดทดลองทั้ง 3 ไปอุ่นจนอุณหภูมิต่างกัน จากนั้นจึงหาปริมาณน้ำแป้งที่เหลือเป็นเปอร์เซ็นต์ของแป้งเดิม ซึ่งได้ผลดังตาราง

หลอดที่	อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณแป้งที่เหลือ (%) ในเวลาต่างกัน (นาที)				
		1	2	3	4	5
1	30-31	80	70	60	50	40
2	37-38	80	60	40	20	10
3	42-43	80	75	70	65	60

12. จากตาราง เอนไซม์ในน้ำลายจะทำงานได้ดีที่สุดหมู่ไหน

ก. 30-31 องศาเซลเซียส

ข. 34-35 องศาเซลเซียส

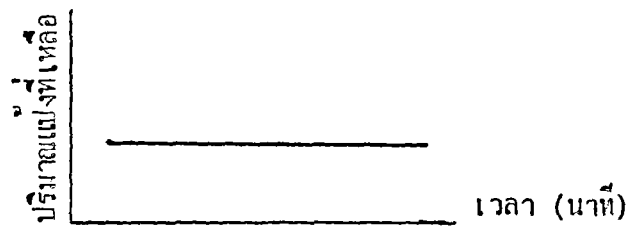
ค. 37-38 องศาเซลเซียส

ง. 40-41 องศาเซลเซียส

จ. 42-43 องศาเซลเซียส

13. ถ้าเขียนกราฟระหว่างเวลากับปริมาณแป้งที่เหลือทิ้ง 3 หลอด จะได้กราฟรูปใด

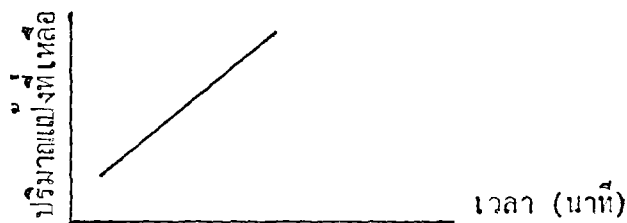
ก.



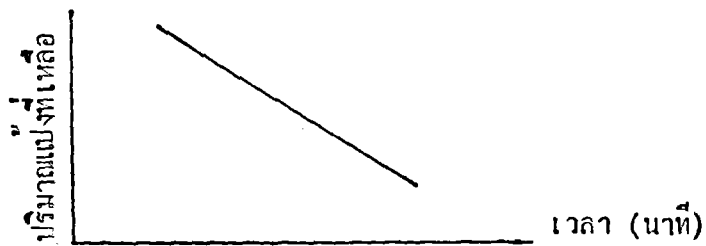
ข.



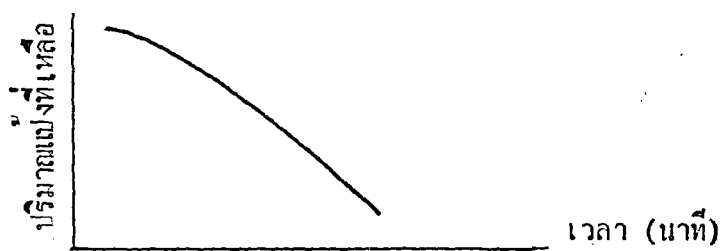
ค.



4.



5.



14. การย่อยอาหารในข้อใดที่ผิดปกติ

- ก. กลับจากการวิ่งออกกำลังกาย
- ข. กำลังป่วยไข้สูง
- ค. เริ่มกินเนื้อมีไขมันเป็นครั้งแรก
- ง. ไปพักผ่อนตากอากาศชายทะเล
- จ. นอนหลับ

15. อวัยวะข้อใดไม่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- ก. กระเพาะอาหาร
- ข. ลำไส้เล็ก
- ค. ตับ
- ง. ตับอ่อน
- จ. ไต

16. ลำไส้เล็กมี villi เติบโตกับปอดมีสวนใด

- ก. หลอดลม
- ข. ถุงลม
- ค. เยื่อหุ้มปอด
- ง. เส้นเลือดฝอย
- จ. แขนงปอด

17. จากตารางข้างล่างนี้ใช้เกณฑ์ใดในการจัดกลุ่ม

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
เบบซิน	มอลเตส
ทริปซิน	ซูเครส

- ก. เป็นเอนไซม์ย่อยอาหารพวกโปรตีนกับพวกน้ำตาล
- ข. เป็นเอนไซม์ย่อยอาหารพวกโปรตีนกับพวกไขมัน
- ค. เป็นเอนไซม์ย่อยอาหารพวกน้ำตาลกับพวกไขมัน
- ง. เป็นเอนไซม์ย่อยอาหารพวกโปรตีนกับวิตามิน
- จ. เป็นเอนไซม์ย่อยอาหารพวกน้ำตาลกับวิตามิน

18. เมื่อกินข้าวกับเนื้อหมูทอด ผักผักบุ้ง สิ่งใดจะถูกย่อยเป็นอันดับแรก

- ก. ข้าว
- ข. ผักบุ้ง
- ค. เนื้อหมูทอด
- ง. น้ำมันที่ใช้ทอดและผัก
- จ. ข้าวกับเนื้อหมูทอด

19. ข้อใดมีความสัมพันธ์กันโดยตรง

- ก. ปาก - เบงซิน - โปรีติน
- ข. กระเพาะอาหาร - เบงซิน - โปรีติน
- ค. ลำไส้เล็ก - เบงซิน - โปรีติน
- ง. ตับอ่อน - ทริปซิน - ไซมัน
- จ. กระเพาะอาหาร - ไลเปส - ไซมัน

20. คนกำลังป่วย ร่างกายอ่อนเพลีย ควรเลือกรับประทานอาหารในกลุ่มใด

- ก. ข้าว, เนื้อหมูทอด
- ข. เนื้อหมูทอด, ผักผัก
- ค. ข้าว, เมล็ด
- ง. น้ำตาลกลูโคส, อกุน
- จ. กลวยขนาวาสูก, ละมุด

21. ถ้าเอนไซม์เบงซินและทริปซินถูกทำลาย นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลอย่างไร

- ก. ไม่มีการย่อยอาหารประเภทแป้ง
- ข. ไม่มีการย่อยอาหารประเภทไขมัน
- ค. ไม่มีการย่อยอาหารประเภทน้ำตาล
- ง. ไม่มีการย่อยอาหารพวกผักผลไม้
- จ. ไม่มีการย่อยอาหารประเภทไขมัน

คำชี้แจง ใช้การทดลองและผลที่ได้ตามตารางข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 22 - 23

ตารางการทดลองการย่อยอาหาร

หลอดที่	สาร	ผลการทดลอง
1	ไข่ขาว + เปปซิน + กรดไฮโดรคลอริก	ไข่ขาวเป็นชิ้นเล็ก ๆ
2	ไข่ขาว + เปปซิน + โซเดียมไฮดรอกไซด์	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
3	ไข่ขาว + เปปซิน + น้ำกลั่น	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

22. การทดลองนี้ต้องการทดสอบสมมุติฐานข้อใด

- น้ำย่อยเปปซินจะย่อยโปรตีนในสารละลายที่เป็นกลาง
- น้ำย่อยเปปซินจะย่อยโปรตีนในสารละลายที่เป็นเบส
- น้ำย่อยเปปซินจะย่อยโปรตีนในสารละลายที่เป็นกรด
- น้ำย่อยเปปซินจะย่อยโปรตีนในสารละลายที่เป็นกลางและเบส
- น้ำย่อยเปปซินจะย่อยโปรตีนในสารละลายที่เป็นกรดและเบส

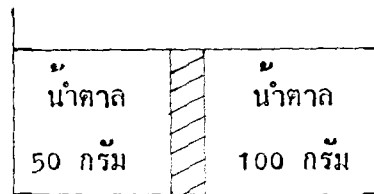
23. การทดลองนี้วัดปริมาตรของควม

- ปริมาณไข่ขาว, ปริมาณกรดไฮโดรคลอริก
- ปริมาณไข่ขาว, ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์
- ปริมาณไข่ขาว, ปริมาณน้ำกลั่น
- ปริมาณไข่ขาว, ปริมาณน้ำย่อยเปปซิน
- ปริมาณกรดไฮโดรคลอริก, ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์, ปริมาณน้ำกลั่น

24. ข้อใดเป็นความหมายของการแพร่

- ก. การกระจายของสารจากบริเวณที่มีจำนวนโมเลกุลมากไปยังบริเวณที่มีจำนวนโมเลกุลของสารน้อยกว่า
- ข. การกระจายของสารจากบริเวณที่มีจำนวนโมเลกุลน้อยไปยังบริเวณที่มีจำนวนโมเลกุลของสารมากกว่า
- ค. การกระจายของก๊าซในอากาศ
- ง. การกระจายโมเลกุลของสารจากที่หนึ่งไปสู่ที่หนึ่ง
- จ. การกระจายของอนุภาคของแข็งในของเหลว

25. ถ้ากั้นภาชนะด้วยกระดาษแก้วดังรูป ใส่สารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 50 กรัมต่อน้ำ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงทางด้านซ้ายมือ และสารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 100 กรัมต่อน้ำ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงทางขวามือ



สารละลายกลูโคสจะมีการแพร่อย่างไร

- ก. จากด้านที่มีน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 50 กรัม มายังด้านที่มีสารละลายกลูโคสเข้มข้น 100 กรัม
- ข. จากด้านที่มีน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 100 กรัม มายังด้านที่มีสารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 50 กรัม
- ค. สารละลายน้ำตาลกลูโคสมีการแพร่ทั้งจากด้านซ้ายมายังด้านขวา และจากด้านขวาไปด้านซ้ายในอัตราที่เท่ากัน
- ง. สารละลายน้ำตาลกลูโคสมีการแพร่จากด้านซ้ายไปยังด้านขวาได้มากกว่าการแพร่จากด้านขวาไปยังด้านซ้าย
- จ. สารละลายกลูโคสไม่มีการแพร่

คำชี้แจง ใช้ขอมลตอบคำถามข้อ 26 - 27

เมื่อเข้าน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นต่างกันในกระดาษแก้ว แล้ววางลงในน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน

26. น้ำเชื่อมในข้อใดที่มีการแพร่ไค้ที่สุด

- ก. น้ำเชื่อม 5 %
- ข. น้ำเชื่อม 10 %
- ค. น้ำเชื่อม 15 %
- ง. น้ำเชื่อม 20 %
- จ. น้ำเชื่อม 25 %

27. จากข้อ 26 สิ่งใดมีผลกระทบต่ออัตราการทดลองน้อยที่สุด

- ก. ความเข้มข้นของน้ำเชื่อม
- ข. กลองพลาสติกที่ใส่น้ำ
- ค. ปริมาตรของน้ำ
- ง. เวลา
- จ. กระดาษแก้ว

28. พืชดูดน้ำและเกลือแร่ต้องใช้ขบวนการใดเข้าช่วย

- ก. การแพร่
- ข. การออสโมซิส
- ค. การลำเลียงน้ำ
- ง. การลำเลียงอาหาร
- จ. การพลาสมโมซิส

29. ข้อใดเป็นการแพร่ของก๊าซในช่องเหลว

- ก. ไฮโดรคลอริกละลายน้ำ
- ข. ค่างทับทิมละลายน้ำ
- ค. ออกซิเจนละลายน้ำ
- ง. ไฮเดียมคลอไรด์ละลายน้ำ
- จ. แนนทาลีนละลายน้ำ

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 30-31

นักเรียนทำการทดลอง โดยหยดน้ำหมึกสีแดงลงในบีกเกอร์ ก และหยดสารละลายเย็นซีลไวโอเล็ตลงในบีกเกอร์ ข พร้อม ๆ กัน โดยที่บีกเกอร์ทั้งสองมีน้ำอยู่ปริมาตรเท่ากัน สังเกตการแพร่ของน้ำหมึกแดงกับสารละลายเย็นซีลไวโอเล็ต ในเวลาที่เท่ากัน

30. จากการทดลองสิ่งใด ไม่จำเป็นต้องใช้ในการทดลองดังกล่าว

- ก. หลอดฉีดยา
- ข. แท่งแก้วคนสาร
- ค. กระบอกตวง
- ง. นาฬิกา
- จ. บีกเกอร์

31. ในการทดลองนี้ตัวแปรใดที่ไม่ต้องควบคุม

- ก. เวลา
- ข. ปริมาตรของน้ำในบีกเกอร์
- ค. หยดน้ำหมึกแดงกับสารละลายเย็นซีลไวโอเล็ต พร้อม ๆ กัน
- ง. ปริมาณน้ำหมึกแดงกับปริมาณสารละลายเย็นซีลไวโอเล็ตที่หยดลงไป
- จ. การแพร่ของน้ำหมึกแดงกับการแพร่ของสารละลายเย็นซีลไวโอเล็ต

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 32-33



1



2

นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองโดยนำต้นผักกาด
มา 2 ต้น ต้นที่ 1 ตัดรากออกหมด ต้นที่ 2
มีราก ใส่ลงในกล่องพลาสติกที่มีน้ำปริมาตร
เท่ากัน (200 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ตั้งรูป
ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ พบว่าปริมาตร

ของน้ำในกล่องพลาสติกใบที่ 1 เหลือ 180 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนปริมาตรของน้ำในกล่อง
พลาสติกใบที่ 2 เหลือ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

32. การทดลองนี้ต้องการทดสอบสมมุติฐานข้อใด

- ก. การดูดน้ำส่วนใหญ่ของพืชเกิดที่ลำต้น
- ข. การดูดน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของพืช
- ค. การดูดน้ำของพืชเกิดขึ้นที่ราก
- ง. การดูดน้ำของพืชขึ้นอยู่กับจำนวนใบ
- จ. การดูดน้ำของพืชขึ้นอยู่กับเวลา

33. สิ่งใดที่เป็นตัวแปรต้น (สาเหตุ) ของการทดลองนี้

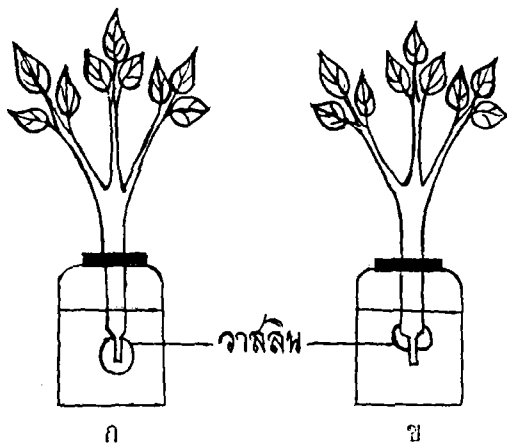
- ก. ปริมาณน้ำ
- ข. ชนิดของพืช
- ค. ระยะเวลา
- ง. ขนาดของกล่องพลาสติก
- จ. รากของพืช

34. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบการแพร่ของของแข็งในของเหลว จะใช้เครื่องมือชุดใดในการทดลอง

- ก. น้ำ, บีกเกอร์, น้ำหมึกแดง
- ข. น้ำ, บีกเกอร์, ตะกั่ว
- ค. น้ำ, บีกเกอร์, แกล็ดวางทับทิม
- ง. น้ำ, บีกเกอร์, น้ำหอม

35. จากการใช้แว่นขยายตรวจสอบลักษณะของรากซึ่งเริ่มงอกออกจากเมล็ด พบว่าส่วนปลายราก มีขนรากอยู่เป็นจำนวนมาก เหตุผลในข้อใดเหมาะสมที่สุดต่อการสร้างขนรากให้มีจำนวนมาก
- เพื่อยึดเกาะดินไคมาก
 - เพื่อจะไคมีส่วนช่วยสัมผัสน้ำและสารต่าง ๆ
 - เพื่อป้องกันอันตรายแก่ราก
 - เพื่อสะสมอาหาร
 - เพื่อช่วยให้ดินร่วนซุย
36. จากการนำผักกะสังแช่ในน้ำหมักแดง แล้วใช้มีดตัดลำต้น ใบ ของผักกะสัง แล้วตรวจสอบรอยตัด แล้วยาวขยายเพื่อสังเกตว่าหมักแดงเคลื่อนที่เข้าไปยังลำต้นหรือใบของพืช
- สมมุติฐานข้อใดสอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าว
- น้ำหมักแดงช่วยการเจริญเติบโตของต้นผักกะสัง
 - ผักกะสังสามารถดูดน้ำที่มีสีได้ดีกว่าน้ำ
 - ผักกะสังจะลำเลียงน้ำจากรากไปสู่ลำต้นและใบตามลำต้นทางท่อลำเลียงน้ำ
 - ผักกะสังสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำ
 - ผักกะสังเป็นพืชชนิดเดียวที่ลำเลียงน้ำจากรากไปสู่ใบโดยท่อลำเลียงน้ำ
37. ขบวนการใดที่สัมพันธ์กับการลำเลียงน้ำและเกลือแร่มากที่สุด
- การแพร่
 - การคายน้ำ
 - การสังเคราะห์แสง
 - การสลายใบ
 - การหายใจ

คำชี้แจง ใ้ช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 38-29



จากภาพเป็นการทดลองเพื่อแสดง
ส่วนของลำต้นที่ลำเลียงน้ำ ชวด ก จะหา
วาสลินรอบแกนไม้ ส่วนชวด ข จะหา
วาสลินรอบเปลือกไม้ ตั้งทิ้งไว้ประมาณ
7 วัน พบว่าใบของกิ่ง ก เหี่ยว สีสอก
เหลือง ใบหล่น 7 ใบ ระดับน้ำในชวด
ลดลงเล็กน้อย ส่วนใบของกิ่ง ข ใบมี
สีเขียวสดใบหล่น 2 ใบ ระดับน้ำในชวด
ลดลงมาก

38. ข้อใดมีผลต่อการทดลองน้อยที่สุด

- ก. ปริมาณน้ำในชวด
- ข. ชนิดของกิ่งไม้
- ค. ตำแหน่งที่หาวาสลิน
- ง. ขนาดของชวด
- จ. จำนวนใบและขนาดของกิ่ง

39. ข้อมูลจากการทดลองนี้ นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

- ก. ส่วนเปลือกของต้นไม้ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ
- ข. ส่วนแกนในหรือเนื้อไม้ซึ่งอยู่ถัดจากเปลือกเข้าไปทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ
- ค. ทั้งส่วนเปลือกและเนื้อไม้ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ
- ง. วาสลินทำหน้าที่ช่วยในการลำเลียงน้ำของต้นไม้
- จ. ขนาดของกิ่งและใบมีส่วนช่วยในการลำเลียงน้ำของต้นไม้

40. ถ้าต้องการให้ดอกกุหลาบที่ใช้ปักแจกันสดอยู่ได้นานโดยใช้ความรู้เรื่องการลำเลียงน้ำมาช่วย นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร

- ก. เติมน้ำในแจกันให้เต็มอยู่เสมอ
- ข. นำนํ้าแข็งมาใส่แจกันที่ปักดอกกุหลาบ
- ค. ป้องกันไม่ให้ดอกกุหลาบในแจกันกระทบกระเทือน
- ง. ตัดก้านกุหลาบใต้น้ำในแจกัน
- จ. ยกก้านกุหลาบขึ้นจากน้ำแล้วตัดก้านกุหลาบนำไปปักแจกันดังเดิม

41. ถ้าต้องการโค่นต้นจำฉาที่มีขนาดใหญ่ โดยทำให้รากตายและต้นจำฉาจะไถลงง่าย นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร

- ก. ตัดกิ่งของต้นจำฉา
- ข. ขุดเปลือกที่มีสีน้ำตาลออกให้หมด
- ค. ควั่นส่วนของลำต้นที่เป็นเปลือกออกให้เหลือแต่เนื้อไม้
- ง. ใช้วาสลินทารอบต้นจำฉา
- จ. ทำให้ใบของจำฉาเหี่ยวน้อยที่สุด

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 42

ในวันที่อากาศปลอดโปร่งแสงแดดจ้า โตทำการทดลองการคายน้ำของพืช โดยใช้กิ่งชบา 4 กิ่ง ที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนใบเท่ากัน แต่วางในที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยได้ผลการทดลองดังนี้

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณที่พืชคายน้ำ (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ในเวลาต่าง ๆ กัน (นาที)				
	1	2	3	4	5
25	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
30	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1
35	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
40	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3

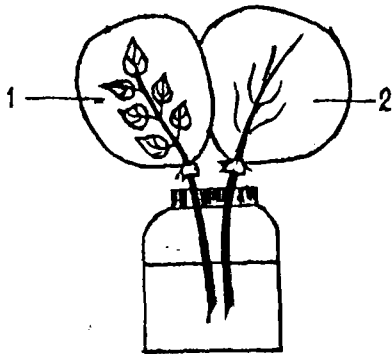
42. จากข้อมูลในตาราง ถ้าอุณหภูมิ 37.5 องศาเซลเซียส ในนาทีที่ 1 พืชคายน้ำ

ลูกบาศก์เซนติเมตร

- ก. .35 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. .40 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. .45 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. .50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- จ. .55 ลูกบาศก์เซนติเมตร

43. เมื่อนักเรียนต้องการย้ายตนกล้วยไปปลูกอีกที่หนึ่ง เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ นักเรียนจะปฏิบัติอย่างไร
- ตัดรากของต้นกล้วยทิ้ง
 - ลอกกาบกล้วยบางส่วนออก
 - ให้ต้นกล้วยถูกแสงแดดมากที่สุด
 - รดน้ำต้นกล้วยให้ชุ่มแล้วย้ายไปปลูก
 - ตัดใบบางส่วนของต้นกล้วยทิ้ง
44. เพราะเหตุใดใบของต้นกระบองเพชรจึงมีลักษณะเป็นหนามแหลม
- ต้องการให้เป็นหนามเพื่อป้องกันอันตราย
 - ต้องการให้ลำต้นสังเคราะห์แสง
 - ต้องการลดการลำเลียงอาหารให้กับใบ
 - ต้องการลดการคายน้ำให้น้อยลง
 - ต้องการลดการลำเลียงน้ำให้กับใบ
45. ถ้าต้องการทดสอบสมมุติฐานที่ว่า "แสงมีผลต่อการคายน้ำของพืช" โดยนำต้นเข็มมา
- 2 กระถาง กลุ่มควยพลาสติก นำกระถางที่ 1 ไว้ในที่มืด อีกกระถางไว้ในที่มีแสง
- ข้อใดแสดงว่าพืชคายน้ำ
- มีหยดน้ำเกาะภายในถุงพลาสติก
 - ต้นเข็มสูญเสียน้ำออกจากต้น
 - ต้นเข็มหายใจให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
 - ต้นเข็มมีการสังเคราะห์แสงในใบออกมา
 - อัตราการแพร่ของน้ำในต้นเข็มมากขึ้น

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลนี้ตอบคำถามข้อ 46 - 47



วิธีทดลอง 1. ตัดกิ่งผู้ระเหมา 2 กิ่ง นำมาปักแช่ในขวด
2. นำถุงพลาสติกมาหุ้มกิ่งที่ 1 อีกใบหนึ่ง
มาหุ้มกิ่งที่ 2 ซึ่งเค็ดใบออกหมดใช้เชือกผูกรวบถุง
พลาสติกตรงโคนให้แน่น นำไปตั้งทิ้งไว้ในที่ถูกแสงแดด
ประมาณ 10 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

46. การทดลองนี้ตอบปัญหาข้อใด

- ก. การคายน้ำของพืชคืออะไร
- ข. พืชคายน้ำเวลาใด
- ค. แสงมีผลต่อการคายน้ำของพืช
- ง. ส่วนใดของพืชที่คายน้ำ
- จ. พืชคายน้ำได้หรือไม่

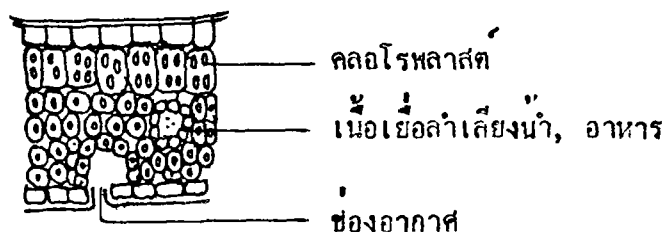
47. ตัวแปรควบคุมได้แก่สิ่งใด

- ก. ขนาดของถุงพลาสติก, ขนาดของกิ่งไม้
- ข. ขนาดของถุงพลาสติก, ชนิดของกิ่งไม้, ปริมาณแสง
- ค. ขนาดของถุงพลาสติก, ขนาดของกิ่งไม้, ปริมาณแสง
- ง. ขนาดของถุงพลาสติก, ปริมาณแสง
- จ. ขนาดของถุงพลาสติก, ขนาดและชนิดของกิ่งไม้, ปริมาณแสง

48. เมื่อนำผลไม้ใส่ถุงพลาสติกแล้วรัดด้วยยางทั้งไว้ ปรากฏว่าภายในถุงพลาสติกมีไอน้ำเกาะอยู่
นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใด

- ก. ผลไม้คายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ข. ผลไม้คายน้ำ
- ค. ไอน้ำข้างนอกถุงมาเกาะ
- ง. การย่อยอาหารของผลไม้
- จ. การสังเคราะห์แสงของผลไม้

49. รูปใบตัดตามขวาง



จากรูปข้อใดที่ได้จากการสังเกต

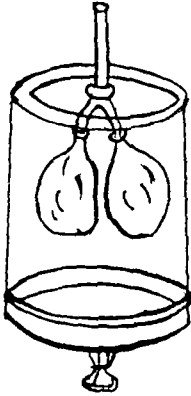
- ก. คลอโรพลาสต์เป็นแหล่งสังเคราะห์แสง
- ข. ท่อลำเลียงน้ำเจริญมาจากกลุ่มเยื่อลำเลียงน้ำ
- ค. รูใบเป็นช่องทางที่ก๊าซผ่านเข้าออก
- ง. ผิวใบเรียบเป็นมัน
- จ. คลอโรพลาสต์มีลักษณะกลมรี

คำชี้แจง ไขข้อต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 50-51

นักเรียนคนหนึ่งนำใบไม้มาดัดให้ละเอียดเติมน้ำลงไปเล็กน้อย กรองเอาแต่สารละลาย แล้วเหวสารละลายลงในน้ำแข็งสักระยะหนึ่ง นำมาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ พบว่ามีตะกอนสีแดงเกิดขึ้น

50. การทดลองนี้ต้องการทดสอบสมมุติฐานข้อใด
- ใบไม้มีการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล
 - ใบไม้มีเอนไซม์ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล
 - ใบไม้มีสารที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์
 - ใบไม้มีเอนไซม์สำหรับย่อยน้ำตาล
 - ใบไม้มีเอนไซม์ย่อยโปรตีน
51. อุปกรณ์ในข้อใดไม่จำเป็นสำหรับการทดลองนี้
- ยางรัด
 - โกรงบดสาร
 - สารละลายไอโอดีน
 - สารละลายเบเนดิกต์
 - นาฬิกา
52. ถ้าประเทศชาติคู่กับทหาร ร่างกายจะคู่กับสิ่งใด
- เม็คเล็ดขาว
 - พลาสมา
 - เม็คเล็ดแดง
 - แผ่นเลือด
 - เส้นเลือด

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 53-54



การทดลองเรื่องอวัยวะช่วยการหายใจของคนโดย
ศึกษาจากการทำงานของปอดจำลอง ซึ่งได้จากการ
เปรียบเทียบกับการทำงานของปอด มีขั้นตอนการ
ทดลองดังนี้

1. คึงแผ่นยางลงช้า ๆ แทนการหายใจเข้า
ลูกโป่งพองออก
2. ดันแผ่นยางเข้าไปข้างในแทนการหายใจออก
ลูกโป่งแฟบ

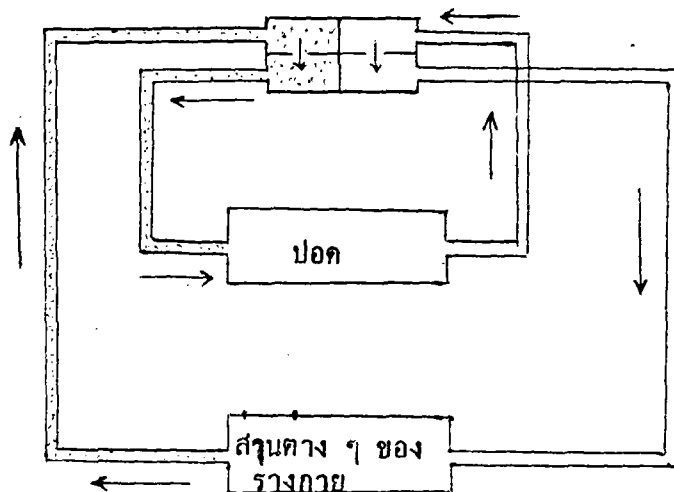
53. จากข้อมูลจากการทดลองนักเรียนคิดว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้ลูกโป่งเกิดการเปลี่ยนแปลง

- ก. ขนาดของลูกโป่ง
- ข. การคึงแผ่นยาง
- ค. ขนาดของครอบพลาสติก
- ง. อุณหภูมิภายในครอบแก้ว
- จ. ความยาวของหลอดแก้วรูปตัวยู

54. แผ่นยางเปรียบได้กับส่วนของอวัยวะในร่างกาย

- ก. หลอดลม
- ข. ปอด
- ค. กระดูกซี่โครง
- ง. อู้งลม
- จ. กะบังลม

55. การหมุนเวียนของเลือดในร่างกาย



■ เลือดดำ

□ เลือดแดง

จากภาพการตีความหมายในข้อใดถูกต้อง

- ก. ร่างกายคนประกอบด้วยอวัยวะ 3 ส่วน ได้แก่ หัวใจ ปอด เลือด
 - ข. หัวใจทำหน้าที่ส่งเลือดแดงและเลือดดำเข้าสู่ปอด
 - ค. หัวใจทำหน้าที่เปลี่ยนเลือดดำให้เป็นเลือดแดง
 - ง. ปอดทำหน้าที่เปลี่ยนเลือดดำให้เป็นเลือดแดง
 - จ. หัวใจจัดเป็นอวัยวะที่สำคัญของร่างกาย
56. การเต้นของหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

- ก. พลังงานเคมี $\longrightarrow$ พลังงานกล
- ข. พลังงานเคมี $\longrightarrow$ พลังงานความร้อน
- ค. พลังงานศักย์ $\longrightarrow$ พลังงานกล
- ง. พลังงานเจลน $\longrightarrow$ พลังงานกล
- จ. พลังงานความร้อน $\longrightarrow$ พลังงานกล

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลนี้ตอบคำถามข้อ 57 - 59

จากการทดลองการเต้นของชีพจรของนักเรียนชายได้ผลดังตาราง

เพศ	สภาพร่างกาย	จำนวนครั้งการเต้นของชีพจรใน 1 นาที			การเปลี่ยนแปลงของสารละลายคลอโรฟิลล์เมื่อใส่คาร์บอนไดออกไซด์
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ชาย	สภาพปกติ	71	73	72	ชั้นมีตะกอนเกิดขึ้น
	หลังออกกำลังกาย	94	98	96	ชั้นและมีตะกอนมาก

57. การทดลองนี้ ต้องการทดสอบสมมติฐานข้อใด

- การเต้นของชีพจรในเพศหญิงและชายต่างกัน
- สภาพร่างกายหลังออกกำลังกายการเต้นของชีพจรเร็วกว่าปกติ
- ร่างกายต้องการกาซออกซิเจนมากในสภาพปกติ
- หลังการออกกำลังกายชีพจรเต้นเร็วเฉลี่ย 96 ครั้ง/นาที
- การเต้นของชีพจรในกาซคาร์บอนไดออกไซด์

58. ข้อสรุปการทดลองข้อใดถูกต้อง

- การเต้นของชีพจรโดยเฉลี่ยทุกครั้งเท่ากับ 72 ครั้ง/นาที
- เมื่อยาใจดีขึ้นการเต้นของชีพจรก็จะมากขึ้น
- การเต้นของชีพจรทุก 1 นาทีไม่เท่ากัน
- เมื่ออยู่ในสภาพปกติการเต้นของชีพจรจะเป็นปกติแต่ถ้าออกกำลังกายจะผิดปกติ
- การเต้นของชีพจรหลังออกกำลังกายจะเร็วกว่าสภาพปกติ

59. จากตารางข้อใดเป็นการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
- ก. ในสภาพปกติอัตราการเต้นของชีพจรเพศชายมีค่าเฉลี่ย 72 ครั้ง/นาที
 - ข. ในสภาพหลังออกกำลังกายอัตราการเต้นของชีพจรเพศชายมีค่าเฉลี่ย 96 ครั้ง/นาที
 - ค. ในสภาพปกติสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเข้มข้นมีตะกอนเกิดขึ้น
 - ง. ในสภาพหลังออกกำลังกายสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ชนิดเข้มข้นและมีตะกอนมาก
 - จ. อัตราการเต้นของชีพจรเพิ่มขึ้นเพราะต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น
60. เพราะเหตุใดจึงมีเหงื่อถูกขับออกมามากในระหว่างที่ออกกำลังกายหรือทำงานหนัก
- ก. เพราะร่างกายมีน้ำมากเกินไปจนความจำเป็น
 - ข. ร่างกายต้องการระบายความร้อนออกจากร่างกาย
 - ค. ร่างกายต้องการปรับน้ำให้พอเหมาะ
 - ง. รูทอมเหงื่อเปิดกว้าง
 - จ. เพราะมีของเสียเกิดขึ้นมากภายในขณะนั้น

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	11	28	17	22	32
2	12	28	18	20	46
3	17	35	19	20	40
4	19	31	20	17	29
5	12	27	21	26	33
6	17	29	22	18	30
7	18	29	23	17	34
8	15	31	24	20	30
9	33	49	25	11	29
10	23	38	26	14	29
11	19	36	27	16	28
12	32	46	28	13	29
13	19	31	29	23	35
14	19	32	30	23	39
15	15	30	31	16	33
16	18	26	32	13	30

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	15	20	17	21	22
2	20	30	18	17	34
3	18	22	19	20	21
4	13	20	20	15	30
5	17	22	21	19	20
6	18	19	22	13	18
7	10	25	23	18	19
8	26	30	24	12	17
9	19	32	25	22	24
10	15	12	26	19	11
11	26	34	27	11	21
12	14	13	28	16	28
13	12	24	29	16	17
14	35	35	30	12	26
15	36	34	31	17	20
16	10	18	32	31	37

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	20	34	17	13	16
2	15	59	18	27	45
3	18	45	19	42	49
4	27	31	20	17	36
5	18	41	21	17	58
6	16	48	22	8	30
7	17	17	23	32	46
8	25	41	24	21	35
9	45	83	25	14	23
10	24	59	26	13	21
11	27	60	27	6	21
12	25	48	28	30	42
13	36	40	29	29	38
14	28	35	30	8	23
15	11	21	31	31	43
16	24	41	32	29	47

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	17	27	17	5	5
2	25	13	18	20	22
3	9	22	18	17	22
4	13	15	20	22	28
5	26	34	21	28	29
6	14	16	22	11	17
7	19	42	23	4	4
8	32	42	24	30	31
9	43	68	25	22	27
10	7	8	26	11	14
11	12	21	27	25	31
12	15	26	28	31	37
13	16	24	29	18	28
14	31	25	30	12	14
15	32	30	31	6	9
16	11	19	32	44	46

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มจากการทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียน เรื่องการล่าเหยื่อในสิ่งมีชีวิต กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	6	10	17	2	4
2	3	18	18	6	14
3	6	16	19	14	11
4	11	13	20	3	10
5	5	14	21	1	15
6	6	17	22	3	6
7	2	5	23	7	13
8	7	12	24	4	6
9	17	35	25	2	8
10	9	26	26	0	4
11	6	14	27	0	7
12	3	9	28	6	9
13	9	9	29	7	12
14	5	10	30	2	5
15	3	7	31	5	10
16	6	13	32	5	10

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มจากการทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียน เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	5	17	0	1
2	4	0	18	3	4
3	3	3	19	3	4
4	2	3	20	6	6
5	5	11	21	2	2
6	2	1	22	3	3
7	3	14	23	0	0
8	6	10	24	6	4
9	10	20	25	2	3
10	0	2	26	2	4
11	2	7	27	3	6
12	2	6	28	11	10
13	1	3	29	6	5
14	10	8	30	1	0
15	5	8	31	0	1
16	2	5	32	10	12

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามความคล่องในการคิดจากการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	7	15	17	8	7
2	6	22	18	11	17
3	6	16	19	16	21
4	8	9	20	9	14
5	7	14	21	10	28
6	6	19	22	3	13
7	8	7	23	13	20
8	11	17	24	10	16
9	15	29	25	7	8
10	8	18	26	7	10
11	13	28	27	3	8
12	13	24	28	13	16
13	16	17	29	12	14
14	14	15	30	3	10
15	4	8	31	14	17
16	10	15	32	14	22

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดจากการทดสอบ
ก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	6	12	17	3	2
2	11	7	18	9	9
3	3	11	19	8	10
4	6	7	20	10	12
5	11	12	21	14	14
6	6	7	22	4	7
7	9	14	23	2	2
8	16	18	24	13	15
9	19	28	25	12	14
10	6	3	26	5	5
11	6	7	27	13	14
12	7	11	28	10	16
13	8	11	29	6	12
14	11	8	30	6	7
15	14	11	31	3	4
16	6	7	32	18	16

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามความคิดที่หยุนจากการทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียน เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต กลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	7	9	17	3	5
2	6	19	18	10	14
3	6	13	19	12	17
4	8	9	20	5	12
5	6	13	21	6	15
6	4	12	22	2	11
7	7	5	23	12	13
8	7	12	24	7	13
9	13	19	25	5	7
10	7	15	26	6	7
11	8	18	27	3	6
12	9	15	28	11	17
13	11	14	29	10	12
14	9	10	30	3	8
15	4	6	31	12	16
16	8	13	32	10	15

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามความถนัดก่อนเรียน
และหลังเรียน เรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต กลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	6	10	17	2	2
2	10	6	18	8	9
3	3	8	19	6	8
4	5	5	20	6	10
5	10	11	21	12	13
6	6	8	22	4	7
7	7	14	23	2	2
8	12	14	24	11	12
9	14	20	25	8	10
10	1	3	26	4	5
11	4	7	27	9	11
12	6	9	28	10	11
13	7	10	29	6	11
14	10	9	30	5	7
15	13	11	31	3	4
16	3	7	32	16	18

บหลคยอ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียน
โดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ
ของ
ลักขณา ศรีแพง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ธันวาคม 2531

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียน
โดยใช้ชุดสไลด์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 64 คน
แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 32 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์
ประกอบการสอน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized
control-group pretest-posttest design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ t-test
Independent ในรูป Difference Score

ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์
ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์
ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์
ประกอบการสอนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลัง
การทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน คือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้าน
ความคล่องในการคิด และด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดสไลด์
ประกอบการสอนกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01

A COMPARISON ON SCIENTIFIC ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC
CREATIVE THINKING OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS LEARNING
THROUGH SETS OF SLIDE AND THE TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT

BY

LAKSANA SRIPEANG

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

December 1988

The purpose of this study was to compare scientific achievement and scientific creative thinking of Mathayom Suksa II students learning through sets of slide and the teacher's manual

The subjects were 64 Mathayom Suksa II students of Angsilapithayakom school Muang District, Chonburi Province, during the first semester of 1989 academic year. They were assigned into the experimental and control groups with 32 students each. The experimental group was taught through sets of slide ; whereas the control group was taught through the teacher's manual. Randomized control-group pretest-posttest design was used in the study. The t-test was used for data analysis.

The results of this study revealed that :

1. The scientific achievement of the experimental group was Sigfinicantly higher than that of the control group at the .01 level.
2. The scientific creative thinking of the experimental group was Sigfinicantly higher than that of the control group at the .01 level.
3. With regard to the experimental group the posttest scientific. creative thinking was Sigfinicantly higher than pretest at the .01 level.
4. With regard to the control group the posttest scientific creative thinking was Sigfinicantly higher than pretest at the .01 level.
5. As for the comparnent of scientific creative thinking, the originality, the flucncy and the flexibility of the expreiment group was sigfinicantly higher than the control group at the .01 level.

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวลักขณา ศรีเพ่ง
เกิดวันที่ 3 สิงหาคม พุทธศักราช 2503
สถานที่เกิด อำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 99/4 ตำบลอ่างศิลา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2520 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนคุรุประชาสรรค์
พ.ศ. 2522 มัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนชัยนาทพิทยาคม
พ.ศ. 2524 ป.กศ.สูง (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูนครสวรรค์
พ.ศ. 2526 กศ.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
บางแสน
พ.ศ. 2531 กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร